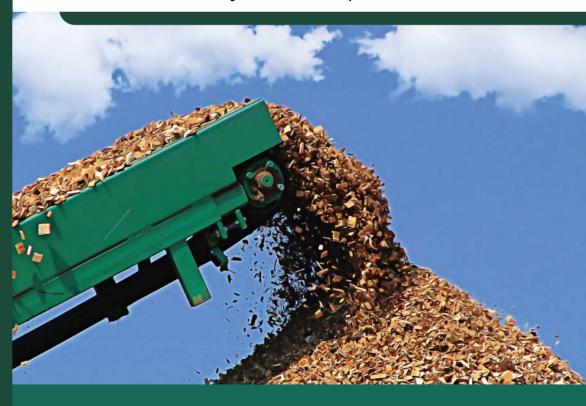




Комплексное устойчивое управление отходами

Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность



Министерство образования и науки Российской Федерации Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

Российская Акалемия Естествознания

КОМПЛЕКСНОЕ УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ

Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность

Учебное пособие

Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки:

18.04.01, 18.03.01 — «Химическая технология»,

20.04.01, 20.03.01 — «Техносферная

безопасность»,

18.04.02, 18.03.02 – «Энерго- и

ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»,

05.04.06, 05.03.06 — «Экология и природопользование»,

35.03.02 - «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств»,

05.00.00 — «Науки о земле»,

19.00.00 — «Промышленная экология и биотехнологии».

20.00.00 — «Техносферная безопасность и природообустройство»,

18.00.00 — «Химические технологии».

38.00.00 - «Экономика и управление»

Москва 2016 УДК 502.174.1(075.8) ББК 674.8(075.8) A561

Авторы:

Альберг Н.И. – кандидат географических наук, доцент (общая редакция, введение, главы I, II, III, V, VI, VII, VIII, заключение);

Санжиева С.Е. – доктор биологических наук, профессор (главы І, ІІ, ІІІ, V, VI, VII, VIII);

Салхофер С. — профессор (главы IV, IX).

дом Академии Естествознания, 2016. — 308 с.

Рецензенты:

Кристенсен Т. – доктор техн. наук, профессор, руководитель Департамента инженерной экологии (Технический университет, Копенгаген, Дания) Тыминский В.Г. – канд. геол.-минерал. наук, профессор, президент Европейской академии естественных наук (Европейская академия естествен-

ных наук, Ганновер, Германия) Комплексное устойчивое управление отходами. Деревообраба-А561 тывающая и целлюлозно-бумажная промышленность: учебное пособие / Н.И. Альберг, и др.; под ред. Н.Й. Альберг — М.: Издательский

ISBN 978-5-91327-432-8 DOI 10.17513/np.213

В пособии рассматриваются вопросы законодательства РФ в лесной отрасли, законодательство ЕС в области обращения с отходами, законодательная и нормативная база НДТ в ЕС и Росси, наилучшие доступные технологии в целлюлозно-бумажной промышленности и существующие технологии переработки древесных отходов, экологический менеджмент и концепции управления отолами

Учебное пособие адресовано сотрудникам предприятий лесной отрасли и предприятий «зеленого бизнеса», госслужащим, специалистам в области обращения с отходами, слушателям курсов повышения квалификации, преподавателям, студентам и всем тем, кто интересуется вопросами управления отходами и наилучшими доступными технологиями.

Библиогр. 177 назв., табл. 52, рис.33.



Учебное пособие (книга) издано в рамках реализации Темпус-проекта 543962-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES «Комплексное устойчивое управление отходами» для сотрудников Tempus промышленных предприятий и госслужащих регионов Сибири. Сайт: www.tiwasic.de

Данный проект был осуществлен при финансовой поддержке Европейской Комиссии. Содержание данного пособия является предметом ответственности авторов и не обязательно отражает точку зрения Европейской Комиссии.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

ISBN 978-5-91327-432-8

- © Коллектив авторов, 2016
- © ИД «Академия Естествознания»
- © АНО «Академия Естествознания»

ОГЛАВЛЕНИЕ

введение	8
INTRODUCTION	10
ГЛАВА 1. ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ	12
1.1. Законодательство Российской Федерации в лесной отрасли	12
1.1.1. Основные принципы лесного права и лесного	
законодательства	14
1.1.2. Лесной кодекс	
1.1.2.1. Подразделение лесов по целевому назначению	17
1.1.2.2. Право собственности на древесину и иные добытые	
лесные ресурсы	18
1.1.2.3. Общее использование лесов. Использование лесов для	
переработки древесины и иных лесных ресурсов	
1.1.2.4. Лесная декларация	
1.1.2.5. Проект освоения лесов	
1.1.2.6. Лесохозяйственный регламент	22
1.1.2.7. Договор аренды лесного участка.	
Договор купли-продажи лесных насаждений	
1.1.2.8. Охрана и защита лесов. Отчет об охране и защите лесов.	
Воспроизведение лесов и лесоразведение	
1.1.2.9. Государственная инвентаризация лесов. Лесоустройство	25
1.1.2.10. Экономический механизм в области использования	
лесов. Ответственность за нарушение лесного	
законодательства	26
1.2. Государственная Программа Российской Федерации «Развитие	
лесного хозяйства» на 2013-2020 годы	
1.2.1. Основные проблемы в сфере лесного хозяйства	27
1.2.2. Цель, задачи, сроки реализации Программы.	20
Ожидаемые результаты	28
1.2.3 Приоритеты государственной политики	•
в сфере реализации программы	30
1.2.4. Оценка эффективности	32
1.3. Последние изменения Российского законодательства в сфере	22
лесного хозяйства	
1.4. Нормативно-правовые основы деятельности стран Европейско	
Союза в сфере обращения с отхолами	36

1.4.1. Рамочная Директива об отходах	36
1.4.2. Общие принципы обращения с отходами в	27
Европейском Союзе	
загрязнений (Директива IPPC)	
1.4.4. Директива о предотвращении крупных промышленных	
аварий	41
1.4.5. Предписание о требованиях к вторичному использования	
утилизации отходов древесины в Германии (Предписан	
AltholzV)	43
ГЛАВА 2. ОБРАЗОВАНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ	
ОТХОДОВ И ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	15
2.1. Образование древесных отходов, группы и виды отходов 2.2. Классификации древесных отходов	
2.3. Номенклатура отходов деревообрабатывающего производства	
2.4. Образование отходов в целлюлозно-бумажной	
промышленности	55
ГЛАВА 3. СОСТАВ И СВОЙСТВА ОТХОДОВ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ	57
3.1. Состав древесных отходов	57
3.1.1. Химический состав древесины	57
3.1.2. Древесина как биополимерная композиционная систем	
3.1.3. Химические свойства древесины	
3.2. Физико-механические свойства древесных отходов	
3.2.2. Влажность древесных отходов	
3.2.3. Гигроскопичность	
3.2.4. Прочность, твердость, шлифующие свойства	
3.2.5. Эквивалентный диаметр частиц	70
3.2.6. Парусность частиц сыпучих отходов	
3.2.7. Пирофорные свойства	71
3.3. Состав и свойства отходов целлюлозно-бумажной промышленности	71
3.3.1. Кородревесные отходы	
3.3.2. Шлам-лигнин	
ГЛАВА 4. АНАЛИЗ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ И ОЦЕНКА	
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА	74
4.1. Анализ материальных потоков	
4.1.1. Введение в АМП	

4.1.2. Методология АМП76
4.1.3. Применение АМП
4.1.3.1. Сферы применения80
4.1.3.2. АМП на уровне индустрии или компании82
4.1.3.3. Программное обеспечение для АМП85
4.2. Оценка жизненного цикла85
4.2.1. Введение в ОЖЦ85
4.2.2. Методология ОЖЦ87
4.2.2.1. Определение цели и области применения88
4.2.2.2. Инвентаризация99
4.2.2.3. Оценка воздействия
4.2.2.4. Интерпретация107
4.2.2.5. Использование компьютерного инструментария
и баз данных109
4.2.3 Применение ОЖЦ112
4.2.3.1. Сферы применения112
4.2.3.2. ОЖЦ на промышленном уровне и на уровне компании113
4.2.3.3. ОЖЦ в управлении отходами: анализ кейсов115
ГЛАВА 5. НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ125
5.1. Понятие «наилучшие доступные технологии».
История вопроса
5.2. Нормативная база Европейского союза в области наилучших
доступных технологий126
5.2.1. Законодательство и справочные документы Европейского
союза126
5.2.2. Требования НДТ в целлюлозно-бумажной
промышленности
5.3. Законодательные и нормативные акты Российской Федерации в
сфере наилучших доступных технологий
5.4. Справочник НДТ
5.4.1. Справочник НДТ «Производство целлюлозы, древесной
массы, бумаги, картона»136
5.4.2. НДТ в целлюлозно-бумажной промышленности 139
5.5. Перспективные технологии для целлюлозно-бумажного
производства156
ГЛАВА 6. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ
ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-
БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ162
6.1. Хранение и транспортировка древесных отхолов
о. г. изапение и траненовтировка древесных отходов 102

6.2. Технологии переработки древесных отходов	163
6.2.1. Основы технологических процессов переработки	
отходов	163
6.2.2. Первичная переработка отходов	
6.2.2.1. Переработка кусковых отходов древесины	
в технологическую щепу	164
6.2.2.2. Брикетирование отходов	168
6.2.3. Производство древесноволокнистых и	
древесностружечных плит	173
6.2.4. Производство композиционных материалов	
с использованием древесных отходов	179
6.2.5. Получение пластиков из измельченных	
отходов древесины	196
6.2.6. Химическая технология переработки	
древесных отходов	
6.2.6.1. Гидролиз	202
6.2.6.2. Использование древесных отходов	
в целлюлозно-бумажной промышленности	
6.2.6.3. Лесохимия	205
6.2.7. Производство топливных брикетов и пеллет	
из древесных отходов	208
6.2.8. Использование отходов деревообработки в качестве	
топлива	
6.2.9. Биологическая переработка древесных отходов	
6.2.10. Использование кородревесных отходов	
6.2.11. Переработка лесосечных отходов	
6.3. Технологические основы переработки и утилизации отходог	
целлюлозно-бумажной промышленности	
6.3.1. Способы утилизации шлам-лигнина	
6.3.2. Термическая утилизация отходов ЦБК	220
6.3.3. Биотехнологические методы	
для переработки лигносодержащих отходов	
6.3.4. Рекультивация шламонакопителей ЦБК	
ГЛАВА 7. ЭКОНОМИКА УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ	225
7.1. Эффективность использования древесных отходов	225
7.2. Экономические аспекты внедрения наилучших доступных	
технологий	228
7.3. Пример эколого-экономической оценки при внедрении	
НДТ на предприятиях ЦБП	234

7.4. Трансакционные издержки при внедрении наилучших	
доступных технологий и природоохранных мероприятий	. 241
ГЛАВА 8. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ	. 245
8.1. Концептуальные и нормативно-методические аспекты	
экологического менеджмента	245
8.1.1. ISO 9000	. 245
8.1.2. ISO 14001	
8.2. Организационно-методические основы экологического	
менеджмента предприятия	. 248
8.2.1. Экологическая политика	
8.2.2. Планирование	
8.2.2.1. Экологические аспекты	
8.2.2.2. Законодательные и другие требования	
8.2.2.3. Цели и задачи программы	. 251
8.2.3. Внедрение и функционирование системы	
экологического менеджмента	. 253
8.3. Интегрированные системы менеджмента на предприятиях	
лесного комплекса	
8.4. Система экологического менеджмента как НДТ в целлюлозно	
бумажной промышленности	. 258
8.5. Требования и стандарты в деревообрабатывающем	267
производстве Финляндии	. 26 /
ГЛАВА 9. УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ: СТРАТЕГИИ И	
ИНСТРУМЕНТЫ	
9.1. Характеристика потоков отходов	
9.2. Концепции управления отходами	
9.2.1. Концепция Zero Waste	
9.2.2. Концепция Cleaner Production	
9.2.3. Концепция Green Engineering	
9.2.4. Концепция Cradle-to-Cradle	
9.2.5. Концепции Industrial Symbiosis и Industrial Ecology	
9.3. Системы экологического менеджмента	
9.3.1. Система ЕМАЅ	
9.3.2. Стандарт ISO 14001	
9.4. Инструменты управления отходами	
9.4.1. Концепция управления промышленными отходами 9.4.2. Инструмент Eco-mapping	
**	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	. 288
СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ	. 290

ВВЕДЕНИЕ

Окружающая нас среда представляет собой сложную взаимосвязанную систему. В результате своей хозяйственной деятельности человек вторгается в эту систему и нарушает ее сформировавшиеся в процессе эволюции параметры. Поскольку человек есть составная часть природы, то особенно важно, чтобы эта деятельность не оказывала вредное, губительное воздействие не только на окружающую среду, но и на него самого. Одна из главных задач лесной отрасли — сокращение отходов производства древесины и их переработка, уменьшение потерь от несовершенства технологий. Рациональное использование древесного сырья, вторичное использования древесных отходов, переориентация производства на ресурсосберегающий путь развития видится важнейшим направлением развития отрасли, поскольку такие природные ресурсы, как леса, восстанавливаются медленно и с большим трудом.

Располагая огромной лесосырьевой базой (около четверти мировых запасов древесины), российский лесопромышленный комплекс и ЦБП занимают незначительное место в экономике страны: 0,8 % — в ВВП, 3 % — в объеме промышленной продукции и 2,5 % — в объеме экспорта. Если в 1992 году Россия занимала 10-е место в мире по выпуску бумаги и картона, то в 2014 году — уже 14-е место, пропустив вперед такие страны, как Южная Корея, Бразилия, Индия и Индонезия. За указанный период объемы производства в данных странах выросли в 2, 2, 3 и 5 раз соответственно.

Технологии деревообработки не стоят на месте, постоянно совершенствуясь и развиваясь. Внедрение нового высокопроизводительного оборудования для деревообработки необходимо для успеха в непростой конкурентной борьбе на рынке обработки древесины. Механизация и автоматизация технологических процессов позволяет предприятиям деревообработки расширять производство, увеличивать объемы поставок, сокращать количество отходов.

Для уменьшения количества отходов необходимо снижать их образование в процессе производства и потребления, внедрять ресурсосберегающие технологии, эффективно проводить рециклинг отходов, осуществлять комплексное управление отходами. Данная система управления нацелена на снижение вредного воздействия отходов на здоровье человека, компоненты окружающей среды, а также сохранение природных ресурсов.

Любые отходы можно рассматривать в качестве вторичных материальных ресурсов, поскольку они могут быть использованы в хозяйственных целях, либо частично, либо полностью замещая традиционные виды

материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, причем главной особенностью таких ресурсов является их постоянная воспро-изводимость в процессе материального производства, оказания услуг и конечного потребления.

Приоритетом развития лесного комплекса в настоящее время становится внедрение наилучших доступных технологий, снижение материалоемкости и энергоемкости производства, увеличение использования отходов, применение возобновляемых источников для производства энергии.

Представленное учебное пособие выпущено в рамках проекта TIWaSiC «Разработка курсов повышения квалификации «Комплексное устойчивое управление отходами» для сотрудников промышленных предприятий и госслужащих регионов Сибири», финансируемого Европейской Комиссией в рамках программы Темпус IV (проект 543962-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES). Программа Темпус IV направлена на развитие многостороннего сотрудничества между вузами, государственными структурами управления и организациями ЕС с одной стороны и странами-партнерами с другой, для модернизации и реформирования высшего образования.

Для организации комплексного управления отходами на промышленных предприятиях необходимы соответствующие экологические знания и изучение мирового опыта в данной области, которые можно приобрести, участвуя в международных образовательных грантах. Основной целью проекта является разработка курсов повышения квалификации по управлению отходами с использованием европейского опыта и наилучших доступных технологий для сотрудников предприятий и госслужащих и содействие развитию экономических рычагов управления и стимулирования экологически ориентированных промышленных предприятий. Поставленная цель реализовывалась посредством решения ряда задач: изучение мирового опыта и повышение профессиональной компетентности в области управления отходами: установление устойчивой кооперации между высшими учебными заведениями, отраслевыми предприятиями, бизнесом в сфере обращения с отходами и исполнительными органами власти на региональном и федеральном уровне; распространение знаний в области управления отходами посредством проведения курсов повышения квалификации, разработки учебных модульных программ и методических пособий по пяти отраслям промышленности.

Результатом воплощения одной из задач и стало данное учебное пособие, которое адресовано сотрудникам предприятий лесной отрасли и предприятий «зеленого бизнеса», госслужащим, специалистам в области обращения с отходами, слушателям курсов повышения квалификации, преподавателям, студентам и всем тем, кто интересуется вопросами управления отходами и наилучшими доступными технологиями.

INTRODUCTION

The natural environment is a complex and interrelated system. During the economic activity, the humans intervene in this system and disturb the order formed in the process of evolution. Since the humans are a part of nature, it is especially important to prevent the harmful, destructive environmental impacts, which affect not only the environment but also ourselves. Currently, one of the urgent issues in the wood industry is the minimization and processing of waste from the wood production and the reduction of losses caused by the imperfect technologies. The rational use of the wood raw materials, the reuse of wood waste, and the reorientation of the production so as to follow the resource-saving development route are considered very important for the industry because the recovery of forest resources is a slow and difficult process.

The Russian wood industry and pulp-and-paper production, which dispose of huge forest territories (about a quarter of the global wood resources), occupy an insignificant place in the economy of the country: 0.8 % of GDP, 3 % of the industrial output, and 2.5 % of the export. In 1992, Russia occupied the 10th place in the world by the production of paper and paperboard; in 2014, it was already the 14th place, which was behind South Korea, Brazil, India, and Indonesia. During the mentioned period, the wood production output in these countries increased 2, 2, 3, and 5 times, respectively.

The wood processing technologies do not stand still, they are constantly improving and developing. The implementation of new high-performance wood processing equipment is necessary for the success in difficult competition in the wood processing market. The mechanization and automation of the technological processes help to expand the production, to increase the supply volumes, and to reduce the amount of waste from wood processing enterprises.

To decrease the amount of waste, it is necessary to reduce its generation in the production and consumption processes, to implement the resource-saving technologies, to efficiently perform the waste recycling, and to implement the integrated waste management. The aims of the waste management system are to decrease the harmful impact of waste on the human health and on the components of the environment and to save the natural resources.

Any waste can be regarded as a secondary material resource because it can be used in the economy to substitute, either partially or fully, the traditional raw materials and fuels. The main distinctive feature of such resources is their reproducibility in the processes of material production, delivery of services, and final consumption.

Currently, the priority in the development of the wood industry is the implementation of the best available techniques to decrease the material and energy consumption of the production, to increase the reuse of waste, and to implement the renewable energy sources.

This tutorial is published within the TIWaSiC project for the advanced training course on the integrated sustainable waste management for Siberian companies and authorities supported by the European Commission within the Tempus IV programme. The aim of the Tempus IV programme is the development of the multilateral partnership between higher educational institutions, governmental bodies, and organizations of the European Union and the partner countries for the modernization and reform in the higher education.

The organization of the integrated waste management at industrial enterprises requires the environmental knowledge and the study of the global experience in this sphere, which can be provided through the participation in international educational grant programs. The main goal of the project is the development of advanced training courses on waste management for companies and authorities with the implementation of the European experience and the best available techniques and the promotion of economic incentives and management systems for environmentally oriented industrial enterprises. This goal is reached by implementing the international experience and the improvement of the professional competence of personnel in charge of waste management; establishing the sustainable cooperation between higher educational institutions, industrial enterprises, waste management business companies, and executive authorities at the regional and federal levels; distributing the knowledge in the sphere of waste management through the advanced training courses, and developing the educational programs and tutorials for five industrial sectors.

This tutorial, which is a part of the mission described above, is addressed to workers of wood industry and green business enterprises, state officials, specialists in the sphere of waste management, participants of the advanced training course, tutors, students, and all those interested in the waste management and the best available technologies.

Глава 1. ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

1.1. Законодательство Российской Федерации в лесной отрасли

Российское законодательство по лесам в постсоветское время изменялось три раза: Основы лесного законодательства 1993 года, Лесной кодекс 1997 года и Лесной кодекс 2006 года [1,2,3]. Последний Лесной кодекс Российской Федерации служит основой реформы организации управления лесами в России. В нем много важных нововведений в системе управления лесами, таких как передача части полномочий на уровень регионов, разделение органов управления лесами на «управленческие» и «хозяйствующие», распределение государственных заказов на лесохозяйственные работы через конкурсы или аукционы, упрощение процедуры застройки лесных земель [3].

Лесной кодекс Российской Федерации ориентирован в большей степени на лесопользование, чем на ведение лесного хозяйства, в нем отсутствуют положения, позволяющие общественности влиять на принятие решений в области лесных отношений [4]. В силу несовершенства Лесной кодекс без принятия дополнительных документов разного уровня работать не может. Поэтому кодекс приблизительно задает общее направление лесной реформы, а конкретная реализация этой реформы определяется разъясняющими его документами и административными решениями. В настоящее время большинство нормативно-правовых актов, конкретизирующих требования Лесного кодекса, принято, но в некоторых из них содержатся, противоречия.

Одна из самых важных проблем, вызванных новым Лесным кодексом, - изменение системы органов управления лесами. До конца 2004 г. почти все леса России управлялись соответствующими федеральными органами исполнительной власти. Под управлением Министерства природных ресурсов (примерно 95 %) находилась большая часть лесов, меньшая - под управлением Министерства сельского хозяйства (чуть менее 5 %). В конце 2004 года в Лесной кодекс были внесены изменения, и полномочия по управлению лесами, ранее находившимися в ведении Министерства сельского хозяйства, были отданы региональным администрациям. Также на администрации регионов были возложены обязанности по тушению лесных пожаров. Из федерального бюджета выделя-

лись средства на управление лесами и на тушение пожаров. С принятием последнего Лесного кодекса модель «децентрализации» была применена ко всем лесам.

Другой важной проблемой, вызванной новым Лесным кодексом, явилось переоформление всех существующих договоров аренды лесных участков. Лесным кодексом были возложены на арендаторов лесных участков новые обязанности, в том числе ведение всей лесохозяйственной деятельности, обеспечение пожарной безопасности и др. Ранее за такую деятельность, как восстановление лесов на вырубках, уход за лесами, пожарную безопасность и так далее отвечали государственные органы лесного хозяйства, в том числе и в лесах, переданных в аренду. Кодекс возложил на арендаторов (лесопользователей) всю ответственность за выполнение лесохозяйственных мероприятий, но, к сожалению, не определил, в каком объеме эти мероприятия должны проводиться, и не предусмотрел ясной ответственности лесопользователя за их не проведение. На деле это создает условия для истощительного лесопользования, при котором меры по воспроизводству лесных ресурсов не соответствуют объемам их изъятия. Таким образом, цель лесной реформы и нового Лесного кодекса – появление у лесов России бережливых хозяев. Но на практике оказалось, что большинство арендаторов не способно выполнять взятые на себя экологические обязательства. В теории арендаторы штрафуются государством и лишаются права работать, но на практике штрафы не выплачиваются, коррумпированные государственные чиновники разрешают арендаторам продолжать деятельность, что приводит к ухудшению экологической ситуации, увеличению рисков лесных пожаров.

Требуемое переоформление договоров аренды, в комплексе с переработкой всей плановой документации и с началом исполнения целого ряда новых обязанностей, представляет собой сложный процесс для арендаторов. Наиболее трудным он оказался для мелких местных предприятий, действующих в масштабе отдельных деревень или поселков. Итог - значительное сокращение доли небольших предприятий, имеющих доступ к лесным ресурсам на правах аренды.

Кроме того, новое лесное законодательство изменило соотношение «рыночных» и «административных» механизмов в предоставлении прав доступа к лесным ресурсам. С одной стороны, оно предусматривает возможность предоставления лесных участков «обычным» лесопользователям только через аукционы. С другой - оно дает возможность предоставления лесных участков на основании решений органов власти для реализации, так называемых «приоритетных инвестиционных проектов». Инвестор, в случае, если его проект получает статус приоритет-

ного инвестиционного, может получить в аренду лесной участок с соответствующим разрешенным объемом заготовки древесины за половину от минимальной платы, установленной для остальных пользователей Правительством Российской Федерации (а также некоторые другие привилегии). Таким образом, крупный лесной бизнес на основании административного решения может получить серьезные привилегии, а малый и средний лесной бизнес, от которого в наибольшей степени зависит благополучие лесных деревень и поселков, таких привилегий получить не может в принципе.

Можно констатировать, что существующая в настоящее время практика лесоуправления в России не в полной мере обеспечивает достижение эффективного лесопользования и воспроизводства, охрану и защиту лесов. Децентрализация путем разграничения полномочий федеральных и региональных органов государственной власти в области регулирования лесных отношений не принесла положительных результатов. Последний Лесной кодекс также не решил проблему коррупции в области лесных отношений. Но с другой стороны, следует отметить, что лесное законодательство в последнее время в целом претерпело существенные изменения, произошли некоторые положительные сдвиги в деятельности лесопромышленного комплекса, так, создан ряд механизмов государственной поддержки развития производств по глубокой переработке древесины. Новый лесной кодекс Российской Федерации нуждается в серьезной доработке, однако в нем заложена концепция устойчивого лесопользования.

Лесная отрасль России - перспективное направление развития российской экономики. С начала двухтысячных годов в ней проводится масштабная реформа. Была изменена в сторону децентрализации структура управления лесным хозяйством, изменена таможенная политика, в соответствии с новым Лесным кодексом были изменены права и обязанности лесопользователей, реализовано несколько инвестиционных проектов.

Таким образом, в настоящее время в России действует Лесной кодекс, принятый в 2006 году с изменениями и дополнениями, вступившими в силу 1 марта 2015 года. Принятие этого документа призвано повысить эффективность государственного управления лесами, способствовать повышению темпов промышленного роста и долгосрочным инвестициям в данный сектор.

1.1.1. Основные принципы лесного права и лесного законодательства

Лесное законодательство и иные регулирующие лесные отношения нормативные правовые акты основываются на следующих принципах:

- 1) устойчивое управление лесами, сохранение биологического разнообразия лесов, повышение их потенциала;
- 2) сохранение средообразующих, водоохранных, защитных, санитарногигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов в интересах обеспечения права каждого на благоприятную окружающую среду;
- 3) использование лесов с учетом их глобального экологического значения, а также с учетом длительности их выращивания и иных природных свойств лесов:
- 4) обеспечение многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования лесов для удовлетворения потребностей общества в лесах и лесных ресурсах;
- 5) воспроизводство лесов, улучшение их качества, а также повышение продуктивности лесов;
 - 6) обеспечение охраны и защиты лесов;
- 7) участие граждан, общественных объединений в подготовке решений, реализация которых может оказать воздействие на леса при их использовании, охране, защите, воспроизводстве, в установленных законодательством $P\Phi$ порядке и формах;
- 8) использование лесов способами, не наносящими вреда окружающей среде и здоровью человека;
- 9) подразделение лесов на виды по целевому назначению и установление категорий защитных лесов в зависимости от выполняемых ими полезных функций;
- 10) недопустимость использования лесов органами государственной власти, органами местного самоуправления;
 - 11) платность использования лесов.

Основные принципы лесного законодательства тесно связаны с основными принципами охраны окружающей среды, закрепленными в Федеральном законе от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [5,8,9]. С точки зрения отрасли права они взаимосвязаны под эгидой экологического права (как его составные части): природоохранительного законодательства, к которому относится Федеральный закон «Об охране окружающей среды», и природоресурсного законодательства, к которому относится Лесной кодекс РФ. Принцип сохранения средообразующих, водоохранных, защитных, санитарногигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов в интересах обеспечения права каждого на благоприятную окружающую среду имеет конституционное начало. В ст. 42 Конституции РФ закреплено положение о том, что каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и возмещение ущерба, причи-

ненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением [10]. Таким образом, данный принцип лесного законодательства подчеркивает ценные функции лесов, сохранение которых обеспечит конституционное право каждого на благоприятную окружающую среду. Не менее важным в этом смысле является и принцип об устойчивом управлении лесами, сохранении биологического разнообразия лесов, повышении их потенциала.

В соответствии с п. 2 ст. 36 Конституции РФ владение, пользование и распоряжение землей и другими природными ресурсами осуществляются их собственниками свободно, если это не наносит ущерба окружающей среде и не нарушает прав и законных интересов иных лиц [10]. При этом обязанность полного возмещения вреда окружающей среде установлена ст. 77 Федерального закона «Об охране окружающей среды» [8]. Одной из новелл Лесного кодекса РФ является исключение деления лесов на группы. Леса стали подразделяться на виды по целевому назначению, а категории защитных лесов - устанавливаться в зависимости от выполняемых ими полезных свойств. Платность использования лесов (как принцип лесного законодательства) тесно переплетается с принципом платности природопользования, установленным Федеральным законом «Об охране окружающей среды». Использование лесов - это один из видов природопользования, и взаимосвязь этих принципов очевидна. Некоторые вопросы вызывает принцип недопустимости использования лесов органами государственной власти и местного самоуправления. В соответствии со ст. 4 Лесного кодекса РФ и Российская Федерация, и субъекты РФ, и муниципальные образования наравне с гражданами и юридическими лицами являются участниками лесных отношений. Соответственно, от имени Российской Федерации (ее субъектов, муниципальных образований) в лесных отношениях участвуют органы государственной власти РФ (государственной власти субъектов РФ, местного самоуправления), полномочия которых отражены в ст. ст. 81 - 84 Лесного кодекса РФ. Однако не совсем ясно, о каких именно ограничениях в использовании лесов указанными органами идет речь [9].

Лесное законодательство Российской Федерации состоит из Лесного кодекса, других федеральных законов и принимаемых в соответствии с ними законов субъектов РФ. Лесные отношения могут регулироваться также указами Президента РФ, которые не должны противоречить Лесному кодексу и другим федеральным законам [6]. Правительство РФ издает нормативные правовые акты, регулирующие лесные отношения в пределах полномочий, определенных Лесным кодексом, другими федеральными законами, а также указами Президента РФ. Федеральные

органы исполнительной власти издают нормативные правовые акты, регулирующие лесные отношения, в случаях, предусмотренных Лесным кодексом, другими федеральными законами, а также указами Президента РФ и постановлениями Правительства РФ. На основании и во исполнение Лесного кодекса, других федеральных законов, законов субъектов РФ, указов Президента РФ, постановлений Правительства РФ органы исполнительной власти субъектов РФ в пределах своих полномочий могут издавать нормативные правовые акты, регулирующие лесные отношения на территориях соответствующих субъектов РФ. На основании и во исполнение Лесного кодекса, других федеральных законов, законов субъектов РФ, указов Президента РФ, постановлений Правительства РФ органы местного самоуправления в пределах своих полномочий могут издавать муниципальные правовые акты, регулирующие лесные отношения на территориях соответствующих муниципальных образований.

1.1.2. Лесной колекс

1.1.2.1. Подразделение лесов по целевому назначению

Использование, охрана, защита, воспроизводство лесов осуществляются в соответствии с целевым назначением земель, на которых эти леса располагаются. Границы земель лесного фонда и границы земель иных категорий, на которых располагаются леса, определяются земельным законодательством, лесным законодательством и законодательством о градостроительной деятельности.

Лесные участки в составе земель лесного фонда находятся в федеральной собственности. Формы собственности на лесные участки в составе земель иных категорий определяются в соответствии с земельным законодательством [9].

Подразделение лесов по целевому назначению.

- 1. Леса, расположенные на землях лесного фонда, по целевому назначению подразделяются на защитные леса, эксплуатационные леса и резервные леса.
- 2. Леса, расположенные на землях иных категорий, могут быть отнесены к зашитным лесам.
- 3. С учетом особенностей правового режима защитных лесов определяются следующие категории указанных лесов:
 - 1) леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях;
 - 2) леса, расположенные в водоохранных зонах;
 - 3) леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов:
- леса, расположенные в первом и втором поясах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения [5].

1.1.2.2. Право собственности на древесину и иные добытые лесные ресурсы

Праву собственности на древесину и иные добытые лесные ресурсы посвящена ст. 20 Лесного кодекса РФ. Граждане и юридические лица, которые используют леса в порядке, предусмотренном Лесным кодексом РФ, приобретают право собственности на древесину и иные добытые лесные ресурсы в соответствии с гражданским законодательством. Право собственности на древесину, которая получена при использовании лесов, расположенных на землях лесного фонда, в соответствии со ст. ст. 43 - 46 Лесного кодекса РФ принадлежит Российской Федерации. В соответствии со ст. 25 Лесного кодекса РФ леса – расположенные, как на землях лесного фонда, так и на иных категориях земель - могут использоваться для разных целей, в том числе для заготовки древесины, живицы, заготовки и сбора недревесных лесных ресурсов, пищевых лесных ресурсов, сбора лекарственных растений и др. Независимо от того, о каких лесах идет речь, добытые в них ресурсы, в том числе древесина, поступают в собственность лица (физического или юридического), использующего на законном основании соответствующий лес [5]. Следует отметить, что речь может идти только о законном использовании соответствующей части лесного участка, поскольку, во-первых, только лесной участок может быть предметом лесопользования, а, во-вторых, это использование должно носить законный характер [9].

Пункт 2 ст. 20 Лесного Кодекса устанавливает из общего правила исключение относительно права собственности на древесину, полученную при использовании лесов, расположенных на землях лесного фонда, т.е. принадлежащих Российской Федерации. Статья 43 Лесного кодекса РФ касается использования лесов для выполнения работ по геологическому изучению недр, для разработки месторождений полезных ископаемых, ст. 44 - использования лесов для строительства и эксплуатации водохранилищ, иных искусственных водных объектов, а также гидротехнических сооружений, специализированных портов, ст. 45 - использования лесов для строительства, реконструкции, эксплуатации линий электропередачи, линий связи, дорог, трубопроводов и других линейных объектов, ст. 46 - использования лесов для переработки древесины и иных лесных ресурсов [9].

1.1.2.3. Общее использование лесов. Использование лесов для переработки древесины и иных лесных ресурсов

Граждане имеют право свободно и бесплатно пребывать в лесах и для собственных нужд осуществлять заготовку и сбор дикорастущих плодов,

ягод, орехов, грибов, других пригодных для употребления в пищу лесных ресурсов (пищевых лесных ресурсов), а также недревесных лесных ресурсов. Граждане обязаны соблюдать правила пожарной и санитарной безопасности в лесах, правила лесовосстановления, а также правила ухода за лесами.

Использование лесов осуществляется с предоставлением или без предоставления лесных участков, с изъятием или без изъятия лесных ресурсов. Невыполнение гражданами, юридическими лицами, осуществляющими использование лесов, лесохозяйственного регламента и проекта освоения лесов является основанием для досрочного расторжения договоров аренды лесного участка или договоров купли-продажи лесных насаждений, а также принудительного прекращения права постоянного (бессрочного) пользования лесным участком или безвозмездного срочного пользования лесным участком. Лесное законодательство содержит и правило о том, что использование лесов может осуществляться как с изъятием лесных ресурсов, так и без изъятия лесных ресурсов, и о том, что использование лесов может осуществляться как с предоставлением, так и без предоставления лесных участков, то есть без оформления правоудостоверяющих документов на лесной участок [9].

Использование лесов может быть следующих видов: заготовка древесины; заготовка живицы; заготовка и сбор недревесных лесных ресурсов; заготовка пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений; осуществление видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства; ведение сельского хозяйства; осуществление научно-исследовательской деятельности, образовательной деятельности; осуществление рекреационной деятельности; создание лесных плантаций и их эксплуатация; выращивание посадочного материала лесных растений (саженцев, сеянцев); переработка древесины и иных лесных ресурсов; и др.; иные цели в соответствии с ч. 2 ст. 6 Лесного кодекса РФ [5].

Леса могут использоваться для одной или нескольких целей, если иное не установлено Лесным кодексом РФ, другими федеральными законами. Использование лесов, представляющее собой предпринимательскую деятельность, осуществляется на землях лесного фонда лицами, зарегистрированными в Российской Федерации в соответствии с Федеральным законом от 8 августа 2001 г. N 129-ФЗ «О государственной регистрации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей».

В постоянное (бессрочное) пользование, аренду, безвозмездное срочное пользование лесные участки, находящиеся в государственной или муниципальной собственности, предоставляются юридическим лицам. Гражданам - в аренду либо безвозмездное срочное пользование на основании Статьи 71 Лесного кодекса $P\Phi$ [5].

1.1.2.4. Лесная декларация

Лесная декларация является новым документом для лесного законодательства. Лесной декларацией в соответствии со ст. 26 Лесного кодекса РФ является заявление об использовании лесов в соответствии с проектом освоения лесов. Ежегодно лесная декларация подается в органы государственной власти, органы местного самоуправления в пределах их полномочий, определенных в соответствии со ст. ст. 81 - 84 Лесного кодекса РФ, лицами, которым лесные участки предоставлены в постоянное (бессрочное) пользование или в аренду. Форма лесной декларации, порядок ее заполнения и подачи утверждаются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти [9].

Порядок заполнения и подачи лесной декларации утвержден Приказом МПР России от 2 апреля 2007 г. N 74. Лесная декларация подается ежегодно лицами, которым лесные участки предоставлены в постоянное (бессрочное) пользование или аренду, в орган государственной власти или орган местного самоуправления, предоставивший лесной участок, за один месяц до начала декларируемого календарного года.

Ежегодно лесная декларация подается в органы государственной власти, органы местного самоуправления в пределах их полномочий, непосредственно либо через многофункциональные центры предоставления государственных и муниципальных услуг в форме документа на бумажном носителе или в форме электронного документа [5].

1.1.2.5. Проект освоения лесов

Освоение лесов осуществляется в целях обеспечения их многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования, а также развития лесной промышленности - с соблюдением целевого назначения лесов и выполняемых ими полезных функций. При этом эксплуатационные леса подлежат освоению в целях устойчивого, максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов, продуктов их переработки с обеспечением сохранения полезных функций лесов. В свою очередь, защитные леса подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов с одновременным использованием лесов при условии, если это использование совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями.

При освоении лесов на основе комплексного подхода осуществляются:

- 1) организация использования лесов;
- 2) создание и эксплуатация объектов лесной и лесоперерабатывающей инфраструктуры;

- 3) проведение мероприятий по охране, защите, воспроизводству лесов;
- 4) проведение мероприятий по охране, использованию объектов животного мира, водных объектов [5].

Следует отметить, что Лесной кодекс РФ не раскрывает понятие «освоение лесов», оговаривая, что оно должно осуществляться в целях обеспечения их многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования, а также развития лесной промышленности. Однако он выделяет разные цели освоения для разных видов лесов. Для эксплуатационных лесов это устойчивое, максимально эффективное получение высококачественной древесины и других лесных ресурсов, продуктов их переработки с обеспечением сохранения полезных функций лесов [9].

Состав проекта освоения лесов и порядок его разработки утверждены Приказом МПР России от 6 апреля 2007 г. N 77. Данный документ устанавливает требования к составу и порядку разработки проекта освоения лесов, обязательные для органов государственной власти, органов местного самоуправления, лиц, осуществляющих разработку проектов освоения лесов, и лиц, которым лесные участки предоставлены в постоянное (бессрочное) пользование или в аренду. Проект освоения лесов направлен на обеспечение многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного освоения лесов и их использования в соответствии с разрешенными видами. Невыполнение гражданином, юридическим лицом, осуществляющим использование лесов, проекта освоения лесов является основанием для досрочного расторжения договора аренды лесного участка, а также принудительного прекращения права постоянного (бессрочного) пользования лесным участком в соответствии со ст. 24 Лесного кодекса РФ [5].

Проект освоения лесов состоит из следующих разделов: общие сведения; сведения о лесном участке; организация использования лесов; мероприятия по охране, защите и воспроизводству лесов; мероприятия по охране объектов животного мира, водных объектов; иные сведения и мероприятия. Проект освоения лесов разрабатывается лицами, которым лесные участки предоставлены в постоянное (бессрочное) пользование или в аренду в соответствии со ст. 12 Лесного кодекса РФ на основании:

договора аренды лесного участка;

лесохозяйственного регламента лесничества (лесопарка);

материалов государственного лесного реестра;

данных лесоустройства и иных специальных обследований, документов территориального планирования.

Проект освоения лесного участка составляется только на те виды использования лесов, которые разрешены в соответствии с договором аренды лесного участка или правом постоянного (бессрочного) пользования лесным участком [9].

1.1.2.6. Лесохозяйственный регламент

Основой для использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных в границах лесничества, лесопарка, является лесохозяйственный регламент лесничества, лесопарка. Лесохозяйственные регламенты лесничеств, лесопарков утверждаются органами государственной власти субъектов РФ, за исключением случаев, предусмотренных Лесным кодексом РФ. Лесохозяйственные регламенты лесничеств, лесопарков, расположенных в границах территорий субъектов РФ, указанных в ч. 2 ст. 83 Лесного кодекса РФ, а также лесничеств, лесопарков, расположенных на землях обороны и безопасности, землях особо охраняемых природных территорий, землях, находящихся в муниципальной собственности, утверждаются соответственно уполномоченным федеральным органом исполнительной власти либо органом местного самоуправления. Лесохозяйственный регламент составляется на срок до десяти лет. В лесохозяйственном регламенте (в отношении лесов, расположенных в границах лесничеств, лесопарков) устанавливаются:

- 1) виды разрешенного использования лесов, определяемые в соответствии со ст. 25 Лесного кодекса РФ;
- 2) возрасты рубок, расчетная лесосека, сроки использования лесов и другие параметры их разрешенного использования;
- 3) ограничения по использованию лесов в соответствии со ст. 27 Лесного кодекса Р Φ ;
 - 4) требования к охране, защите, воспроизводству лесов.

Лесохозяйственные регламенты обязательны для исполнения гражданами, юридическими лицами, осуществляющими использование, охрану, защиту, воспроизводство лесов в границах лесничества, лесопарка. Состав лесохозяйственных регламентов, порядок их разработки, сроки их действия и порядок внесения в них изменений устанавливаются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти.

Лесохозяйственный регламент в соответствии со ст. 87 Лесного кодекса РФ является основой осуществления использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных в границах лесничеств, лесопарков. В лесохозяйственном регламенте в отношении лесов, расположенных в границах лесничеств (лесопарков), в соответствии с ч. 5 ст. 87 Лесного кодекса РФ устанавливаются: виды разрешенного использо-

вания лесов; возрасты рубок, расчетная лесосека, сроки использования лесов и другие параметры их разрешенного использования; ограничения использования лесов в случаях запрета на осуществление одного или нескольких видов использования лесов, запрета на проведение рубок, иных ограничений, установленных Лесным кодексом РФ и другими федеральными законами; требования к охране, защите, воспроизводству лесов [5].

1.1.2.7. Договор аренды лесного участка. Договор купли-продажи лесных насаждений

По договору аренды лесного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, арендодатель предоставляет арендатору лесной участок для целей, предусмотренных лесным кодексом. Объектом аренды могут быть только лесные участки, находящиеся в государственной или муниципальной собственности и прошедшие государственный кадастровый учет. Договор аренды лесного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, заключается на срок от десяти до сорока девяти лет, за исключением случаев, предусмотренных Кодексом.

Договор содержит следующие существенные условия: а) сведения о лесном участке, в том числе площадь, местоположение и описание границ лесного участка, кадастровый номер, кадастровая карта (план), которая прилагается к договору как неотъемлемая часть; б) срок договора; в) виды использования лесов, расположенных на лесном участке, предоставляемом в аренду; г) размер арендной платы, условия и сроки внесения арендной платы; д) объемы рубок лесных насаждений и изъятия других лесных ресурсов. В договоре также указываются следующие условия: а) права и обязанности сторон по договору, в том числе обязанности по охране, защите и воспроизводству лесов; б) ответственность за нарушение условий договора, в том числе неустойки (штрафы, пени); в) основания и порядок расторжения и изменения договора; г) сведения об обременении, ограничении использования лесного участка; д) иные условия, не противоречащие законодательству РФ [5].

По договору купли-продажи лесных насаждений осуществляется продажа лесных насаждений, расположенных на землях, находящихся в государственной или муниципальной собственности. Купля-продажа лесных насаждений осуществляется в соответствии с Лесным кодексом. В договоре купли-продажи лесных насаждений указываются местоположение лесных насаждений и объем подлежащей заготовке древесины. Срок действия договора купли-продажи лесных насаждений не может превышать один год [5,9].

1.1.2.8. Охрана и защита лесов. Отчет об охране и защите лесов. Воспроизведение лесов и лесоразведение

Мероприятия по охране, защите, воспроизводству лесов осуществляются органами государственной власти, органами местного самоуправления в пределах их полномочий, определенных в соответствии с Лесным кодексом $P\Phi$, или лицами, использующими леса в соответствии с Лесным кодексом. Осуществляется охрана лесов от пожаров, защита от вредителей и болезней.

Согласно ст. 77 Федерального закона «Об охране окружающей среды», юридические и физические лица, причинившие вред окружающей среде в результате загрязнения, истощения, порчи, уничтожения, нерационального использования природных ресурсов, деградации и разрушения естественных экологических систем, природных комплексов и природных ландшафтов, иного нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обязаны возместить его в полном объеме в соответствии с законодательством [8]. Особенность леса - длительность или долгосрочность его выращивания, поэтому в процессе пользования лесными ресурсами необходимо осуществлять комплекс мероприятий по поддержанию условий для своевременного и полноценного выращивания леса.

Согласно Лесному кодексу РФ, в случаях, если осуществление мероприятий по охране, защите, воспроизводству лесов, расположенных на землях, находящихся в государственной или муниципальной собственности, не возложено на лиц, использующих леса, органы государственной власти, органы местного самоуправления размещают заказы на выполнение работ по охране, защите, воспроизводству лесов путем проведения торгов. Законодатель исходит из того, что мероприятия по охране, защите, воспроизводству лесов в первую очередь должны осуществляться лицами, использующими леса, а при их отсутствии - лицами, определяемыми по результатам торгов. Требование закона об одновременном заключении договора купли-продажи лесных насаждений для заготовки древесины свидетельствует о попытке многоцелевого регулирования экологических и экономических задач [9].

Отчет об использовании лесов (информация об объеме изъятых лесных ресурсов, их товарной структуре, другая информация) представляется гражданами, юридическими лицами, осуществляющими использование лесов, в органы государственной власти, органы местного самоуправления в пределах их полномочий, определенных статьями Кодекса.

Вырубленные, погибшие, поврежденные леса подлежат воспроизводству. Воспроизводство лесов осуществляется путем лесовосстановле-

ния и ухода за лесами. Воспроизводство лесов осуществляется органами государственной власти, органами местного самоуправления в пределах их полномочий, определенных в соответствии с Кодексом. Важной задачей лесоразведения является сокращение непродуктивных земель. Качество лесовосстановительных работ зависит от комплекса организационных, агротехнических, технологических, экономических мер [9].

1.1.2.9. Государственная инвентаризация лесов. Лесоустройство

Государственная инвентаризация лесов представляет собой мероприятия по проверке состояния лесов, их количественных и качественных характеристик. Государственная инвентаризация лесов проводится в целях: своевременного выявления и прогнозирования развития процессов, оказывающих негативное воздействие на леса; оценки эффективности мероприятий по охране, защите, воспроизводству лесов; информационного обеспечения управления в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, а также в области государственного лесного контроля и надзора.

Государственная инвентаризация лесов проводится в отношении лесов, расположенных на землях лесного фонда и землях иных категорий, наземными и аэрокосмическими способами. Государственная инвентаризация лесов проводится уполномоченным федеральным органом исполнительной власти. Инвентаризация лесов играет важную роль при лесоустройстве. Государство должно обладать достоверной информацией о лесах Российской Федерации [9].

В соответствии со ст. 90 Лесного кодекса РФ Правительство Российской Федерации приняло Постановление от 26 июня 2007 г. N 407 «О проведении государственной инвентаризации лесов».

Постановлением Правительства РФ от 18 июня 2007 г. N 377 утверждены Правила проведения лесоустройства, устанавливающие порядок проведения лесоустройства на землях лесного фонда и землях поселений, на которых расположены городские леса, а также на землях обороны и безопасности и землях особо охраняемых природных территорий, на которых расположены леса. Лесоустройство включает в себя: проектирование лесничеств и лесопарков; проектирование эксплуатационных лесов, защитных лесов, резервных лесов, а также особо защитных участков лесов; проектирование лесничеств, лесопарков, эксплуатационных лесов, защитных лесов и резервных лесов, а также особо защитных участков лесов и лесных участков; таксацию лесов (выявление, учет, оценку качественных и количественных характеристик лесных ресурсов); проектирование мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов [5].

1.1.2.10. Экономический механизм в области использования лесов. Ответственность за нарушение лесного законодательства

Использование лесов в Российской Федерации является платным. За использование лесов вносится арендная плата или плата по договору купли-продажи лесных насаждений, размеры которых определяются в соответствии со статьями со ст. ст. 73 и 76 Лесного кодекса РФ [5]. Экономический механизм охраны окружающей среды имеет несколько составляющих элементов. Один из них - принцип платности природопользования. Принцип платности природопользования установлен ст. 3 Федерального закона «Об охране окружающей среды» [8].

Лица, виновные в нарушении лесного законодательства, несут административную, уголовную ответственность в порядке, установленном законодательством Российской Федерации [5]. Привлечение к ответственности за нарушение лесного законодательства не освобождает виновных лиц от обязанности устранить выявленное нарушение и возместить причиненный этими лицами вред.

По сравнению с имеющимся перечнем видов ответственности за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды, установленным Федеральным законом «Об охране окружающей среды», Лесной кодекс РФ не применяет понятие дисциплинарной ответственности за нарушение лесного законодательства, сохраняя упоминание об административной, уголовной (ст. 99 Лесного кодекса РФ) и имущественной ответственности (ст. 100 Лесного кодекса РФ) [9].

1.2. Государственная Программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013-2020 годы

Государственная Программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013-2020 годы утверждена Постановлением Правительства от 15 апреля 2014 г. № 318. Государственная программа разработана с учётом Основ государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года, утверждённых распоряжение Правительства от 26 сентября 2013 года №1724-р.

Реализация программы направлена на формирование условий социально-экономического развития Российской Федерации в части обеспечения инновационного уровня использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов при безусловном сохранении их глобальной экологической значимости [12].

1.2.1. Основные проблемы в сфере лесного хозяйства

Лесное хозяйство Российской Федерации в настоящее время продолжает оставаться во многом отсталой отраслью, требующей существенной модернизации основных направлений деятельности с использованием современных инновационных научно-технических достижений.

Сегодня в лесном хозяйстве накопились системные проблемы, тенденции развития которых при сохранении текущей ситуации могут усилиться. Стратегией развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года, принятой в 2008 году Министерством промышленности и торговли Российской Федерации и Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, определены следующие основные факторы возникновения системных проблем в сфере лесного хозяйства:

- истощение эксплуатационных запасов древесины в зонах расположения лесопромышленных предприятий и путей транспорта;
 - недостаточная точность учета лесных ресурсов;
- низкая эффективность федерального государственного лесного надзора на региональном уровне;
- значительные потери лесных ресурсов от пожаров, вредителей и болезней, ущерб от которых значительно выше общих расходов на охрану, защиту и воспроизводство лесов;
- невысокое качество лесовосстановления и низкий технический уровень лесохозяйственных работ;
 - плохо развитая инфраструктура, в том числе дорожная, в лесах;
 - высокий уровень нелегального оборота древесины;
 - нарушение биологического разнообразия лесов [13].

Экстенсивное использование лесов России в течение многих десятилетий, особенно с применением сплошных концентрированных рубок в лучших насаждениях хвойных пород, привело к существенному сокращению их площади и постоянному ухудшению качественного состава лесов в освоенной части лесного фонда. Наблюдается дефицит эксплуатационных запасов древесины в зонах расположения многих лесопромышленных предприятий и путей транспорта.

С учетом указанных проблем определены следующие стратегические цели развития лесного комплекса Российской Федерации: обеспечение устойчивого управления лесами; сохранение и повышение ресурсно-экологического потенциала лесов; повышение вклада лесного комплекса в социально-экономическое развитие субъектов Российской Федерации, а также в обеспечение экологической безопасности и стабильного удовлетворения общественных потребностей в ресурсах и услугах леса [12].

Для достижения поставленных целей предусматриваются совершенствование организационной и функциональной структуры государственного управления лесами, лесного законодательства Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, а также определяются направления дальнейшего развития системы лесного планирования на федеральном, региональном и местном уровнях.

Модернизация и инновационное развитие лесного хозяйства не могут быть осуществлены без укрепления научного и кадрового потенциала. Все острее ощущается недостаток квалифицированных кадров и остается низким уровень производительности труда, что обусловлено слабым развитием социального партнерства, невысоким (по сравнению с другими отраслями экономики) уровнем оплаты труда, а также ухудшающейся ситуацией в профессиональной и квалификационной подготовке специалистов.

1.2.2. Цель, задачи, сроки реализации Программы. Ожидаемые результаты

Основными целями государственной Программы являются повышение эффективности использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, обеспечение стабильного удовлетворения общественных потребностей в ресурсах и полезных свойствах леса при гарантированном сохранении ресурсно-экологического потенциала и глобальных функций лесов.

Поставленные цели предполагается достичь путём решения следующих ключевых задач:

- сокращения потерь лесного хозяйства от пожаров, вредных организмов и незаконных рубок;
- создания условий для рационального и интенсивного использования лесов при сохранении их экологических функций и биологического разнообразия;
- повышения эффективности контроля использования и воспроизводства лесов;
 - обеспечения баланса выбытия и восстановления лесов;
 - повышения продуктивности и качества лесов;
 - повышения эффективности управления лесами.

В качестве основных стратегических целей развития лесного комплекса Стратегия предусматривает необходимость обеспечения устойчивого управления лесами, сохранение и повышение их ресурсно-экологического потенциала, повышение вклада лесного комплекса в социально-экономическое развитие субъектов Российской Федерации, в

обеспечение экологической безопасности и стабильного удовлетворения общественных потребностей в ресурсах и услугах леса.

Для достижения поставленных целей Стратегией предусматривается решение задачи по совершенствованию организационной и функциональной структуры государственного управления лесами.

Реализация государственной Программы позволит:

- сократить долю площади лесов, выбывших из состава покрытых лесной растительностью земель лесного фонда в связи с воздействием пожаров, вредных организмов, рубок и других факторов, на 33%;
 - сохранить лесистость территории России на уровне 46,6%;
- сохранить площадь ценных насаждений на уровне 70,54% площади покрытых лесной растительностью земель лесного фонда;
- повысить объём платежей в бюджетную систему России от использования лесов, расположенных на землях лесного фонда, на 39%;
- достичь отношения фактического объёма заготовки к установленному допустимому объёму изъятия древесины на уровне 50%.

Сроки реализации программы 2013 — 2030 годы.

На І этапе (2013-2014 годы) предполагается создание эффективной системы управления охраной лесов от пожаров, вредных организмов и неблагоприятных факторов, ведение государственного лесного реестра и государственной инвентаризации лесов, укрепление материально-технической базы гарантированного воспроизводства лесов.

Особое внимание будет уделено подготовке законодательной и подзаконной нормативно-правовой базы в сфере охраны и защиты лесов, их воспроизводства, коренному преобразованию системы охраны лесов от пожаров, развитию лесоустройства, актуализации данных государственного лесного реестра, а также повышению эффективности и качества воспроизводства лесов посредством развития лесного семеноводства [12].

На II этапе (2015-2017 годы) предполагается интенсификация использования лесов на основе дальнейшего совершенствования арендных отношений, развитие лесоустройства и государственной инвентаризации лесов, совершенствование системы государственного лесного надзора, системы государственного пожарного надзора в лесах, а также увеличение численности лесной охраны на территориях, не представленных в долгосрочное пользование [12].

Обеспечивается дальнейшее развитие законодательной и нормативной правовой базы использования лесов посредством расширения объемов и видов их использования, улучшение качества лесного планирования и проектирования лесных участков при лесоустройстве, а также повышения их доступности вследствие развития лесной инфраструктуры [12].

На III этапе (2018-2020 годы) предполагается завершение формирования системы государственного управления лесами, системы государственной инвентаризации лесов, формирование эффективной системы Единого генетико-селекционного комплекса, модернизация научных исследований и инновационное перевооружение лесного хозяйства [12].

В результате реализации программы результаты ожидаются поэтапно.

Состав основных мероприятий Программы определен, исходя из необходимости достижения ее целей и задач, и сгруппирован по подпрограммам:

Подпрограмма 1 «Охрана и защита лесов»;

Подпрограмма 2 «Обеспечение использования лесов»;

Подпрограмма 3 «Воспроизводство лесов»;

Подпрограмма 4 «Обеспечение реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013-2020 годы» [12].

1.2.3 Приоритеты государственной политики в сфере реализации программы

В соответствии с Основами государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года, государственная политика в сфере реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013-2020 годы основывается на следующих принципах:

- признание и соблюдение прав граждан на использование природных ресурсов и благоприятную окружающую среду, а также на получение достоверной информации о лесах;
- соблюдение баланса экономических, экологических и социальных интересов;
- многоцелевое и неистощительное использование лесов, а также сохранение площади лесов, находящихся в государственной и муниципальной собственности;
- сохранение лесов в федеральной собственности и развитие института частной собственности в отрасли;
- ответственность органов государственной власти, органов местного самоуправления за осуществление полномочий в области лесных отношений на соответствующих территориях;
 - согласованное управление лесами и смежными территориями;
- учет социально-экономических, природно-климатических и экологических особенностей субъектов Российской Федерации;

- общественное участие при планировании и проведении мероприятий в лесах;
- обоснованность и последовательность в принятии решений в сфере управления лесами;
- усиление роли и обеспечение конкурентоспособности Российской Федерации в мировом лесном секторе.

В целях эффективной реализации программно-целевого метода на всех уровнях лесоуправления в каждом субъекте Российской Федерации, осуществляющем переданные полномочия Российской Федерации в области лесных отношений в соответствии со статьей 83 Лесного кодекса Российской Федерации, рекомендуется принятие и реализация государственных программ субъектов Российской Федерации по развитию лесного хозяйства до 2020 года, включающих показатели (индикаторы) Программы, аналогичные по наименованиям и значениям показателей Программы.

В соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. №1662-р определены следующие приоритетные направления развития лесного хозяйства:

- создание системы воспроизводства лесного фонда и восстановления лесов (в первую очередь в регионах, утративших экологический, рекреационный и лесохозяйственный потенциал);
- улучшение породного состава лесных насаждений, резкое сокращение незаконных рубок и теневого оборота древесины.

В концепции установлено, что развитие лесной транспортной инфраструктуры, включающее обеспечение экономической доступности лесных участков, повышение рентабельности заготовки древесины посредством строительства лесных дорог круглогодового действия и развитие транзитных железнодорожных и автомобильных путей, позволит существенно увеличить объемы использования лесов. Предполагается, что к 2020 году доля использования расчетной лесосеки повысится до 50 процентов, а прогнозируемый рост производства и потребления продукции глубокой переработки древесины достигнет уровня государств-лидеров в этой сфере деятельности (США, Канада и др.).

Приоритеты и цели государственной политики в сфере лесных отношений определяют необходимость комплексного решения задач лесного хозяйства, направленных на обеспечение непрерывного, неистощительного, рационального и многоцелевого использования лесов с учетом их социально-экологического значения.

Успешная реализация Программы возможна только при активном участии органов государственной власти субъектов Российской Федерации, которым в соответствии со статьей 83 Лесного кодекса Российской Федерации переданы полномочия Российской Федерации в области лесных отношений, включающие организацию и обеспечение использования лесов, их охраны, защиты и воспроизводства. Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации осуществляют все мероприятия, за исключением мероприятий, осуществляемых Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации и Федеральным агентством лесного хозяйства. Координацию деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в сфере реализации Программы осуществляют Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации и Федеральное агентство лесного хозяйства посредством ежегодного рассмотрения и утверждения бюджетных проектировок субъектов Российской Федерации, проведения регулярных выездных и селекторных совещаний, текущего контроля и координации деятельности субъектов Российской Федерации департаментами лесного хозяйства - территориальными органами Федерального агентства лесного хозяйства [9].

1.2.4. Оценка эффективности

Эффективность выполнения Программы оценивается в соответствии с Порядком разработки, реализации и оценки эффективности государственных программ Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 2 августа 2010 г. № 588. Оценка эффективности проводится для оценки вклада Программы в экономическое и социальное развитие Российской Федерации, обеспечения Правительства Российской Федерации и ответственного исполнителя оперативной информацией о ходе и промежуточных результатах выполнения мероприятий и решения задач Программы.

Информация о ходе и промежуточных результатах выполнения Программы носит обобщенный характер и проводится расчетным путем на основе первичных данных, полученных от исполнителей мероприятий Программы раздельно по показателям (индикаторам) реализации подпрограмм. Оценка эффективности выполнения Программы проводится с учетом объема ресурсов, реализовавшихся рисков и социально-экономических эффектов, оказывающих влияние на изменение социально-экономического развития Российской Федерации [9].

1.3. Последние изменения Российского законодательства в сфере лесного хозяйства

28 декабря 2013 года был принят Федеральный закон № 415 об учете древесины и сделок с ней, которым внесен в Лесной кодекс РФ ряд принципиально новых положений по учету и маркировке древесины, ее транспортировке, декларированию сделок с ней. Тем самым заложена законодательная база для регулирования оборота древесины за пределами лесных участков, чего не было раньше [15]. Все права на заготовку будут учитываться в единой государственной автоматизированной информационной системе (ЕИГАС), кругляк ценных пород — маркироваться, а перевозки станут возможны только с сопроводительным документом на древесину.

Постановление Правительства РФ от 3 ноября 2014 г. № 1148 «О направлении запросов о предоставлении информации, содержащейся в единой государственной автоматизированной системе учета древесины и сделок с ней» принято с целью эффективного использования и нормативно-правовой поддержки функционирования ЕГИАС. Постановление устанавливает форму и порядок, в соответствии с которыми государственные органы власти, юридические лица и граждане могут направлять запрос ЕГАИС учета древесины и сделок с ней. Документ принят в целях реализации Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 415-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» и направлен, прежде всего, на обеспечение надежных механизмов учета и контроля за оборотом древесины, и создание для этого ЕГАИС.

С 1 февраля 2014 года вступили в силу положения о Единой государственной автоматизированной системе (ЕГАИС), учитывающей древесину и сделки с ней. В систему включены права пользования лесными участками и декларации о сделках, что позволяет отследить путь древесины с делянки до места переработки или экспорта.

В рамках закона появились декларация о сделке и сопроводительный документ. Декларация о сделке или отчёт об использовании лесов, который готовится самостоятельно перерабатывающими древесину предпринимателями, позволяет получать информацию о собственнике древесины и о том, на основании какого права он этим собственником является. С 1 января 2015 года вступает в силу часть 5 ст. 8.28.1 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях: «Транспортировка древесины без оформленного в установленном лесным законодательством порядке сопроводительного документа». Таким

образом, неверное или неполное заполнение сопроводительного документа, а также его отсутствие при перевозке древесины будет наказываться значительными штрафами. А начиная со второго полугодия - с 1 июля 2015 г. все продавцы и покупатели древесины обязаны декларировать свои сделки с древесиной. Форма сопроводительного документа на транспортировку древесины и требования к его заполнению утверждены постановление Правительства РФ от 21 июня 2014 г. № 571.

Перевозка кругляка стала возможна лишь при наличии сопроводительного документа (СД), в котором собственник древесины или же материально ответсвенное лицо, получившее доверенность от собственника, должно было указывать сведения о грузоотправителе и грузополучателе, объемы и виды древесины.

Постановлением Правительства России от 27 ноября 2014 года № 1261 утверждено Положение о продаже лесных насаждений для заготовки древесины при осуществлении закупок работ по охране, защите и воспроизводству лесов. Согласно постановлению, в контракт на выполнение работ по охране, защите и воспроизводству лесов помимо условий контракта, предусмотренных законодательством Российской Федерации о контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд, включаются условия купли-продажи лесных насаждений; местоположение, объем подлежащей заготовке древесины, плата за древесину, определяемая в соответствии со статьей 76 Лесного кодекса РФ, и сроки ее внесения, срок заготовки древесины.

Возможность продажи лесных насаждений для заготовки древесины при осуществлении работ по охране, защите и воспроизводству лесов имеет большое значение для исполнителей госконтрактов, которые обеспечивают потребности граждан в древесине для собственных нужд. Это позволит исполнителям работ иметь дополнительное финансирование за счет средств, получаемых от реализации древесины.

Постановлением правительства РФ от 06.01.2015 № 11 утверждены Правила предоставления декларации о сделках с древесиной, в соответствии с которыми «Юридические лица, индивидуальные предприниматели, совершившие сделки с древесиной, в том числе в целях ввоза в Российскую Федерацию, вывоз из Российской Федерации, предоставляют оператору единой государственной автоматизированной информационной системы учета древесины и сделок с ней декларацию о сделках с древесиной в форме электронного документа, подписанного электронной подписью, с использованием информационно-телекоммуникационных сетей общего пользования, том числе ... сети «Интернет», включая

единый портал государственных и муниципальных услуг. Также правилами установлена форма декларации.

Также с 1 января 2015 года вступили в силу очередные положения Федерального закона № 415 об учете древесины и сделок с ней. С этого момента срубленная древесина в виде хлыстов и бревен (в том числе дрова и топливная древесина) подлежит обязательному учету. Экспорт древесины ценных пород (дуб, бук, ясень) возможен лишь в случае поштучной маркировки бревен. На бирке каждого ствола необходимо указать его объем, породу и данные собственника партии. В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 4 ноября 2014 г. № 1161 информация о маркированных бревнах должна быть внесена в ЕГАИС.

Принят федеральный закон от 29 июня 2015 года № 206-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования регулирования лесных отношений».

Согласно внесенным поправкам компании малого и среднего предпринимательства смогут участвовать в заготовке древесины на основании договоров купли-продажи лесных насаждений, утвержденных федеральным правительством. Помимо этого, новый закон освобождает компании малого и среднего бизнеса от проведения лесохозяйственных мероприятий на лесных участках, при этом при определении начальной цены лесных насаждений будет применяться повышающий коэффициент.

Принятый закон также устанавливает порядок заключения договора аренды лесного участка на новый срок с арендаторами, добросовестно исполняющими свои обязанности по действующему договору аренды. Арендатору будет необходимо уведомить органы власти о желании заключить договор аренды на новый срок не ранее, чем за 3 месяца, но не позднее, чем за 2 месяца до окончания действующего договора аренды лесного участка.

Кроме того, будут систематизированы виды лесосечных работ, последовательность их выполнения, а также введено обязательство по осмотру мест рубок после проведения указанных работ. Закон вступил в силу с 1 октября 2015 года [14, 15, 16, 17, 18, 19].

1.4. Нормативно-правовые основы деятельности стран Европейского Союза в сфере обращения с отходами

1.4.1. Рамочная Директива об отходах

Сегодня вся структура управления отходами ЕС прописана в **Рамочной Директиве об отходах 2008/98/EC**, пересматривающей Директиву 2006/12/EC, которая в свое время полностью заменила главный акт Европейского Союза в области управления отходами Директиву 75/442/ ЕЭС от 15 июля 1975 г., действовавшую в новой редакции с 1991 года [20].

Директива носит основополагающий характер как для современного законодательства EC об отходах, так и для национальных законодательств государств-членов EC в этой сфере.

В преамбуле Рамочной Директивы сказано: «в целях обеспечения охраны окружающей среды необходима разработка положения о системе разрешений на предприятия по переработке, хранению или размещению отходов «от лица третьих сторон» и о системе надзора за предприятиями, которые удаляют собственные отходы»; а также: «доля затрат, не компенсируемая доходом от переработки отходов, должна быть покрыта в соответствии с принципом «платит тот, кто загрязняет»».

Политика ЕС по отходам, а точнее Рамочная Директива по Отходам, устанавливает основные определения в области отходов, общие требования к утилизации отходов, а также иерархию управления отходами, при помощи которой выстраиваются приоритеты управления и переработки отходов по следующим направлениям (в порядке убывания):

- предотвращение или уменьшение производства отходов и их вредности:
 - подготовка отходов для повторного использования;
 - переработка отходов;
- другие способы восстановления отходов, в частности, рекуперация энергии;
 - утилизация отходов.

Большинство старых стран-членов ЕС имеют профессиональную систему сбора отходов, которая обеспечивается муниципальными властями (общественные услуги) или частными компаниями, наделенными полномочиями сбора отходов компетентными органами. Национальное законодательство обычно монополизирует такие общественные услуги по сбору отходов и переработке определенных фракций отходов, особенно когда это касается отходов домохозяйств.

Рамочная Директива об отходах устанавливает разрешительные требования, которые должны соблюдаться компетентными органами в отношении заводов по переработке отходов (заводы по уничтожению или восстановлению). В дополнение к этому, деятельность, связанная с переработкой отходов, должна подвергаться периодическим проверкам со стороны компетентных органов. Прочное общественное управление отходами и разрешительные требования для установок по переработке ограничивают негативное воздействие от управления отходами и повышают участие общественности в процессе разработки местной политики по отходам. Затраты на уничтожение отходов должны оплачиваться их держателем, пользующимся услугами сбора или уничтожения отходов; и/или предыдущим держателем или производителем, ставшим источником отходов [21].

1.4.2. Общие принципы обращения с отходами в Европейском Союзе

Сформулированы три принципа управления отходами в ЕС:

- 1. Предотвращение образования отходов. Если станет возможным уменьшить количество производимых отходов и снизить их токсичность за счет сокращения опасных составляющих в конечном продукте, то утилизация отходов автоматически станет более простой.
- 2. Переработка и повторное использование: если образование отходов нельзя предотвратить, то следует использовать как можно больше материалов повторно, предпочтительно путем вторичной переработки.
- 3. Усовершенствование технологий окончательной утилизации и мониторинга: где возможно, отходы, которые не могут быть использованы повторно или переработаны, должны быть сожжены; захоронение на полигонах должно применяться как последняя из возможных альтернатив. Оба этих метода нуждаются в тщательном контроле из-за своей потенциальной опасности для окружающей среды [21, 22].

Согласно рекомендациям ЕС12, первым и основным шагом государства на пути к экологически безопасному управлению отходами является объявление этой отрасли зоной общественного интереса, независимо от того, осуществляется ли такое управление в основной массе государственными или частными учреждениями. В странах, находящихся в процессе административной реструктуризации, должны быть назначены общественные органы управления отходами, которые несли бы четкую ответственность за разработку такой системы, при которой негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека было бы минимальным. Затем таким органам предстоит разработать политику управления отходами, состоящую из базовых стратегических вариантов и технического повседневного управления потоками отходов в стране. Для подго-

товки и контроля за надлежащим управлением отходами, данные органы должны осуществить обзор количества и качества отходов, производимых в стране, и разработать варианты их сбора и обработки. Для получения такой картины необходимо внедрение планирования управления отходами. План должен включать обзор потоков отходов и существующих легальных площадок по переработке. Такой план может служить основой для разработки и/или улучшения политики по отходам, в том числе и стратегических вариантов, таких как будущие методы сбора/переработки отходов. В зависимости от первоначальной позиции стран, органы управления отходами должны идентифицировать приоритетные сферы деятельности, направленные на решение самых острых проблем в этой области. Фундаментальным требованием для экологически безопасного социально приемлемого управления отходами является организация общественными органами профессионального сбора и обработки отходов, производимых местным сообществом. В свою очередь, любая «неформальная» утилизация отходов, например, изъятие неуполномоченными лицами ценных товаров с наземных свалок и/или общественных/ частных мусорных баков, должна пресекаться. Исключительное право на занятие деятельностью по управлению отходами, предоставленное компетентным общественным службам либо частным фирмам, должно служить гарантией того, что сбор осуществляется профессионально. В дополнение, любая переработка отходов, включая повторное использование, должна осуществляться на станциях, получивших специальные разрешения, обеспечивающие соблюдение законно установленных природоохранных и санитарных стандартов [23].

В Европейском Союзе достигнуты следующие результаты в управлении отходами:

- согласованы национальная политика управления отходами и планы управления отходами;
 - принято рамочное законодательство по отходам;
 - созданы системы устойчивого управления отходами;
 - разработана классификация отходов и системы инвентаризации.

Для обеспечения эффективности управления отходами в ЕС используются следующие инструменты:

- контрольные механизмы;
- наличие инфраструктуры;
- институциональные возможности, участие общества и доступность информации;
 - улучшение осведомленности и обучение;
 - экономические и финансовые инструменты;

- управление трансграничными передвижениями отходов;
- эффективные механизмы международного сотрудничества.

Для внедрения передовых технологий управления отходами в ЕС потребовались большие финансовые затраты и создание штата квалифицированных административных и оперативных сотрудников [21].

1.4.3. Директива по комплексному предотвращению и контролю загрязнений (Лиректива IPPC)

Директива 96/61/ЕС «О комплексном предупреждении и контроле загрязнений» Совета Европейского Союза от 24 сентября 1996 года (Директива КПКЗ) вступила в силу на территории Европейского Союза 30 октября 1996 года. Директива применяется к новым, а с 30 октября 2007 года — ко всем установкам, попадающим под действие Директивы [24, 25].

В январе 2008 года эта Директива 96/61/ЕС была кодифицирована; в нее были также внесены все предыдущие поправки изменения, отражающие развитие законодательства ЕС. Суть Директивы изменена не была [26].

Директива 96/61/ЕС направлена на минимизацию загрязнения из различных промышленных источников на территории всего Европейского Союза. Владельцы промышленных предприятий стран-членов ЕС, перечисленные в Приложении I Директивы КПЗК, должны получить авторизацию (природоохранное разрешение) от уполномоченных органов своих стран.

Для получения разрешения промышленное или сельскохозяйственное предприятие должно соответствовать определенным базовым требованиям. Разрешительные условия должны отражать наилучшие имеющиеся технологии, то есть наиболее эффективные и современные технологии, доступные в широком масштабе и подходящие для внедрения в экономически и технически целесообразных условиях, гарантирующие минимизацию выбросов и воздействия на окружающую среду в целом.

В п. 13 преамбулы Директивы указано: перед выдачей разрешения компетентные органы должны быть убеждены в том, что предусмотрены все необходимые меры по предотвращению или контролю загрязнения; «заявление на получение разрешения в соответствии с настоящей Директивой должно содержать минимально необходимые данные». Согласно п. 14, «полное согласование процедуры выдачи разрешения и его условий различными компетентными органами позволит обеспечить максимально возможный уровень охраны окружающей среды в целом». П. 15 устанавливает, что «компетентные органы выдадут разрешение или внесут изменения в условия разрешения только при наличии плана

комплексных мер по охране от загрязнения атмосферы, водной среды и земной поверхности». П. 16 гласит: «в разрешении должны быть перечислены все меры, необходимые для выполнения его условий, в целях обеспечения высокого уровня охраны окружающей среды в целом; такие меры, без ущерба процедуре выдачи разрешения, могут представлять собой общие обязательные требования». Согласно п. 21, «для проведения существенных изменений на предприятиях требуется получение предварительного разрешения, предоставляемого в соответствии с настоящей Директивой». П. 22 устанавливает, что «условия разрешения должны периодически проверяться и при необходимости обновляться; при определённых условиях, они должны обязательно пересматриваться». В п. 23 преамбулы сказано: «для того чтобы обеспечить прозрачность процедуры выдачи разрешений, общественность должна иметь доступ, до того, как будет принято любое решение, к информации, имеющей отношение к заявлениям на получение разрешений на строительство новых объектов или осуществление значительных изменений на существующих объектах, а также к самим разрешениям, процессу их обновления и соответствующей информации по контролю за выполнением условий разрешений».

Директива КПЗК распространяется на большинство видов промышленной деятельности, в том числе следующие:

- Энергетическая промышленность;
- Производство и обработка металлов;
- Минеральная промышленность;
- Химическая промышленность;
- Управление отходами;

Прочая деятельность (краткий перечень специфической деятельности в Директиве, например, скотобойни, фабрики интенсивного разведения птицы/свиней, и т.д.) [27].

Седьмого июля 2010 года Европарламент принял во втором чтении Директиву 2010/75/ЕС по промышленным выбросам. Директива по промышленным выбросам отменяет Директиву IPPC с 1 января 2016 года [24].

Новая Директива объединенила в себе положеня 7 директив [28]: Директивы КПКЗ, Директивы «О крупных тепловых электростанциях», Директивы «О сжигании отходов», Директивы «О выбросах летучих органических компонентов при использовании растворителей» и трех директив, касающихся производства диоксида титана («Об отходах, образующихся при производстве диоксида титана», «О процедурах гармонизации программ по сокращению и предотвращению загрязнений

окружающей среды, образующихся при производстве диоксида титана», «О процедурах мониторинга окружающей среды, подвергаемой воздействию отходов, образующихся при производстве диоксида титана»).

1.4.4. Директива о предотвращении крупных промышленных аварий

Следующей директивой в сфере промышленной безопасности является Директива 2012/18/EC европейского парламента и Совета от 4 июля 2012 о предотвращении крупных промышленных аварий, связанных с опасными веществами, отменяет Директиву 96/82/EC Совета EC (Seveso (96/82/EEC) [29, 30].

Директива EC Seveso (III) содержит меры по предупреждению промышленных аварий, в том числе связанных с опасными веществами, и по ограничению их последствий. Предписывается разрабатывать в промышленности, связанной с опасными веществами, декларацию безопасности и план действий в чрезвычайных ситуациях, запрещается деятельность предприятий и производственных объектов, если имеется серьезная нехватка мер по обеспечению безопасности [31].

Директива 96/82/ЕС сыграла важную роль в снижении вероятности последствий предотвращения крупных промышленных аварий, ведя к повышению уровня защиты по всему Союзу. Рассмотрение указанной Директивы подтвердило, что уровень крупных аварий остается стабильным. Когда в общем существующие положения соответствуют её целевому назначению, необходимо внести некоторые изменения для дальнейшего повышения уровня защиты, в частности касательно предотвращения крупных аварий.

Таким образом, уместно заменить Директиву 96/82/ЕС для поддержания и дальнейшего повышения существующего уровня защиты путем повышения действительности и эффективности, а также, когда это возможно, путем сокращения лишних административных барьеров с помощью упорядочения и упрощения, при условии, что это не окажет негативного воздействия на безопасность, а также на защиту жизни людей. В то же время новые положения должны быть ясными, последовательными и понятными, чтобы помочь в улучшении реализации и выполнения при повышенном или хотя бы том же уровне защиты окружающей среды и здоровья человека.

Настоящая Директива 2012/18/EC устанавливает правила предотвращения крупных аварий, связанных с опасными веществами, а также ограничения их влияния на здоровье человека и окружающую среду с целью последовательного и эффективного обеспечения высокого уровня защиты во всем Союзе. Согласно статье 2 Директива применя-

ется к предприятиям, определенным в части 1 статьи 3. «Предприятие» целостная территория под контролем субъекта, где опасные вещества имеются в одной или нескольких установках, включая общие или связанные инфраструктуры или же виды деятельности. Предприятия являются либо предприятиями низшего уровня опасности, либо предприятиями высшего уровня опасности. В ст. 4 сказано, что при необходимости (или в любом случае — на основании уведомления со стороны государства-члена в соответствии с частью 2) Комиссия определяет, может ли на практике конкретное опасное вещество, предусмотренное Частью 1 или Частью 2 Приложения I, привести к выбросу вещества или энергии, которые могут вызвать крупную аварию в нормальных и в аномальных условиях, поддающихся обоснованному прогнозированию.

Согласно статье 8 «государства-члены должны требовать от субъекта составления документа в письменной форме, устанавливающего политику предотвращения крупных аварий (МАРР), и обеспечить ее надлежащую имплементацию. МАРР должна быть направлена на обеспечение высокого уровня защиты здоровья человека и окружающей среды, а также должна быть соразмерной опасностям крупных аварий. Она должна включать общие цели и принципы действий субъекта, роль и ответственность руководства, а также обязательства касательно постоянного улучшения качества контроля опасностей возникновения крупных аварий и обеспечения высокого уровня защиты». По 10 статье «государства-члены должны требовать от субъекта предприятия, которому присвоен высший уровень опасности, представления отчета о мерах безопасности».

Статья 12 посвящена планам действий в аварийных ситуациях. Государства-члены должны обеспечить, чтобы для всех предприятий высшего уровня опасности: а) субъект разработал внутренний план действий в аварийных ситуациях для принятия мер в пределах предприятия; b) субъект предоставил компетентному органу информацию, необходимую для составления последним внешних планов действий в аварийных ситуациях; с) органы, назначенные для этой цели государством-членом, разработали внешний план действий в аварийных ситуациях для принятия мер вне предприятия в течение двух лет после получения необходимой информации от субъекта в соответствии с подпунктом b.

«Государства-члены должны обеспечивать общественности постоянный доступ, в том числе и в электронном виде, к информации, указанной в Приложении V», говорится в 14 статье.

Согласно 19 статье «Государства-члены должны запрещать эксплуатацию или ввод в эксплуатацию любого предприятия, установки, складского помещения или любой их части в случае, если принятые субъектом

меры по предотвращению и смягчению последствий крупных аварий имеют серьезные недостатки. В связи с этим государства-члены, inter alia, должны принимать во внимание серьезные недостатки для принятия необходимых мер, указанных в отчете о результатах проверки. Государства-члены могут запретить эксплуатацию или ввод в эксплуатацию любого предприятия, установки, складского помещения или же любой их части, если субъект в течение установленного срока не предоставил уведомление, отчеты или другую информацию, которая предусмотрена настоящей Директивой [32].

Директива 96/82/ЕС отменена с 1 июня 2015 года.

1.4.5. Предписание о требованиях к вторичному использованию и утилизации отходов древесины в Германии (Предписание AltholzV)

Предписание о требованиях к вторичному использованию и утилизации отходов древесины вступило в силу 1 марта 2003 года.

Данное предписание регулирует применяемые в настоящее время методы переработки и утилизации ранее использованной древесины. Использованная древесина это «остатки деревообрабатывающего производства и полезная древесина».

Отходами, согласно закона, являются все движимое от чего избавляется его владелец, хочет избавиться или должен избавиться. Предписание подразделяет использованную древесину по различным категориям, которые важны для принятия решения — пустить его на вторичное использование или же утилизировать.

Категория	Обозначение	Происхождение (примеры)	Утилизация/пере- работка
AI	Природная или меха- ническая обработка древесины, практически не загрязненная	Мебель из цельного дерева и без клее- ных панелей	Подходит для вторичной переработки (например, производства новых ДСП)
A II	Клееная, слоеная, ла- кированная старая дре- весина без галогенорга- нических соединений в слоях и без защитных средств	Клеевые деревянные панели, мебель без ПВХ деталей, внутренние двери, пороги	Подходит для вторичной переработки (например, производства новых ДСП)
AIII	Древесина с галогенор- ганическими соеди- нениями в слоях, без содержания защитных средств	Мебель с ПВХ в окантовке и на- слоении	Термическая утилизация в соответствующей установке

Категория	Обозначение	Происхождение (примеры)	Утилизация/пере- работка
A IV	Древесина с использованием галогенорганических соединений, которая из-за содержания вредных веществ не относится к категориям AI, AII, AIII	Шпалы, опоры линий электропередач, строительные леса, окна, наружные двери, заборы, садовая мебель из дерева	Термическая утилизация в соответствующей установке
древесные отходы с полих- лориро- ванными бифени- лами	Древесина, которая обработана средствами, содержащими полихлорированные бифенилы	Опоры, пропитанные каменноугольными смолами и маслами, железнодорожные шпалы, прессованные плиты	Вывоз на полигон для специальных отходов

Определяя правила предварительной обработки и использования древесины самых разных категорий, закон регулирует также применение древесных фракций в качестве, как материалов, так и источника энергии. Согласно предписаниям древесные отходы с точки зрения ее пользы как материала, с одной стороны могут быть пригодными в изготовлении деревянных изделий, в получении горючего угля/промышленного древесного угля, в производстве синтез газа, а с дугой служить источником энергии (например, для выработки электроэнергии электростанциями, работающими на биомассе) [33].

Глава 2. ОБРАЗОВАНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

2.1. Образование древесных отходов, группы и виды отходов

Биомасса растущего дерева распределена неравномерно. На ствол, который является основным объектом лесозаготовительного производства, приходиться до 65%. Оставшаяся часть приходится на сучья и ветки (10-15%), вершинную часть (5%), пни (5-10%) и корни (10-20%). Однако на отдельных стадиях производства лесопродукции, часть древесного сырья из-за низкой товарной ценности не используется или теряется в виле отхолов.

В процессе лесозаготовок, лесопиления, деревообработки и рубок ухода за лесом неизбежно образуются древесные отходы в виде отдельных частей биомассы дерева, представляющие собой вторичные древесные ресурсы [1]. Это может быть технологическая щепа (стружка), получаемая при агрегатной переработке бревен, стружка от пиления древесины вдоль волокон, опилки, образующиеся при поперечном пилении древесины. Начиная с первоначальной стадии обработки — рубки леса и вывоза хлыстов, и заканчивая последней стадией — обработкой древесины, данный процесс сопровождается отходом части древесины, которая в дальнейшем не используется в производстве.

Части дерева на производственных участках в виде сучьев, ветвей, листьев, хвои и коры, а также маломерные деревья, спиливаемые в процессе подготовки лесосек к разработке, также являются отходами, но не являются готовой продукцией, пригодной для использования без доработки [2].

Таким образом, отходы древесные - остатки лесоматериалов, древесного сырья и материалов, образующиеся в процессе производства основной продукции лесозаготовок, лесопиления, деревообработки, рубок ухода за лесом, не соответствующие стандартам на продукцию по качеству и (или) имеющие длину и (или) ширину менее минимального стандартного. Отходы лесозаготовок - древесные остатки, образующиеся при валке деревьев, очистке их от сучьев, раскряжевке хлыстов, разделке долготья и окорке сортиментов [3]. К древесным остаткам относятся

вершины, сучья, ветви, откомлевки, немерные отрезки и обломки хлыстов, кора, хвоя, листья, опилки [4].

Количество древесных отходов и их размерно-качественные показатели зависят от объемов и технологии лесозаготовок, переработки древесины по направлениям использования, в связи с чем эти данные являются основными исходными для определения ресурсов древесных отходов. Древесину в настоящее время применяют практически во всех отраслях хозяйства, в которых производится ее механическая обработка и химическая переработка.

Практически на всех фазах технологического процесса лесозаготовок, лесопиления и деревообработки образуются древесные отходы различного вида и качества. Древесные отходы подразделяются на: отходы от заготовки древесины; отходы от обработки древесины; отходы от переработки древесины [5].

На лесосеке объём отходов составляет 20-22%, иногда достигает 35%. В лесопильном производстве количество древесных отходов составляет 35-42%. От объема распиливаемого сырья отходит в горбыли 6-10%, в рейки -10-15%, в концы досок -2-4%, в опилки -10-12%, на вырезку брака -2-3%. Образование отходов на этапах лесопильного производства показаны на 2.1. [10]. В раскройных цехах при раскрое досок на заготовки получается 7-10% опилок и 10-25% обрезков (вырезки брака и некратные остатки) от объема раскраиваемых пиломатериалов, в строгальных цехах 12-20% стружки от объема поступающих пиломатериалов. В мебельном производстве количество древесных отходов в среднем составляет 50-65% от поступивших пиломатериалов. При производстве фанеры отходы составляют 50-55%, строганого шпона 30-45%. В среднем ежегодные объемы неделовой древесины и отходов по стране составляют около 300 млн. м 3 [7].

Древесные отходы — ценное вторичное сырье для производства разнообразных изделий, товаров, материалов, продуктов. Чтобы снизить себестоимость основной продукции из древесины, нужно добиваться уменьшения образования отходов в основном производстве и по максимуму использовать отходы на другие виды продукции, т. е. стремиться к более полному и полезному использованию древесного сырья.

Можно привести следующие причины возникновения древесных отходов:

- в связи с биологическими особенностями произрастания деревьев (кора, листья, ветви, хвоя, вершины, корни, пни);
 - из-за сбежистости ствола (комлевые срезки, рейки);
- в связи с необходимостью получения материалов прямоугольного сечения из материалов круглой формы (горбыли, рейки);

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

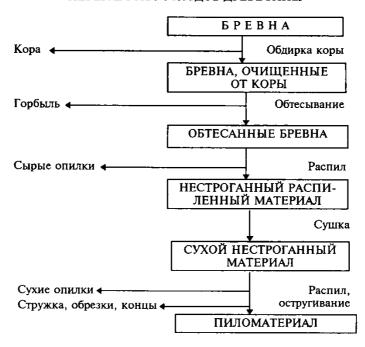


Рис. 2.1. Технологическая схема лесопильного производства

- из-за пороков древесины сучков, червоточин, трещин (обрезки);
- неправильной формы ствола овальности, сбежистости (рванина);
- несовершенства технологических процессов обработки древесины (опилки, отструг при строгании шпона, стружки, карандаши, обрезки).

Обработка и переработка древесины кроме древесных отходов дает потери на упрессовку (производство клееных слоистых материалов) и усушку древесины во всех видах производства (6%). Уменьшение количества отходов и максимальное их использование в качестве вторичного сырья — важная народно-хозяйственная задача. Комплексное использование древесины позволяет решить важную задачу — сохранение природных лесных богатств.

Количество отходов деревообрабатывающих производств зависит от качества поставляемого сырья, типа и размера изготавливаемой продукции, технического уровня и состояния оборудования. Часть сырья

безвозвратно теряется на распыл и усушку. Отходами деревообработки и лесопиления являются: откомлёвки, козырьки, фаутные (повреждённые) вырезки, горбыли, рейки, торцовые отрезки и вырезки, опилки, кора.

Отходы ряда перерабатывающих древесину отраслей (лесопильное, столярно-строительное, мебельное, фанерное, паркетное и др.) делятся на кусковые и сыпучие.

Виды и количество кусковых отходов в различных деревообрабатывающих производствах указаны в таблице 2.1 [8].

Таблица 2.1 Виды и количество кусковых отходов в деревообрабатывающих производствах

Отрасль	Сырье	Кусковые отходы	Количество отходов, % от сырья
Производство черновых заготовок	Пиломатериалы	Рейки, торцовые отрезки	50
C	Пиломатериалы	То же	35-40
Столярно-мебель- ные производства	древесные плиты и фанера	Обрезки плит и фанеры	10-15
Производство паркета	Пиломатериалы, черновые заготовки	Рейки, отрезки досок	20-40

В целлюлозно-бумажном производстве, хотя и потребляется большой объем древесного сырья, доля древесных отходов механической обработки значительно меньше по сравнению с другими видами производства, но образуются в большом количестве отходы химической переработки древесины [9].

2.2. Классификации древесных отходов

Существует ряд классификаций древесных отходов, что объективно затрудняет их учет, а иногда делает несопоставимыми отдельные данные, так как отходы можно классифицировать по разным признакам: месту образования в технологическом процессе заготовки и переработки древесины, физикомеханическим и химическим свойствам, возможности использования, технической и экономической доступности. При выборе того или иного признака классификации необходимо учитывать основные направления использования отходов. Размерно-качественные

показатели предопределяют направление дальнейшего использования отходов и потребительские свойства конечной продукции их переработки. Классификация древесных отходов должна учитывать экономические факторы, определяющие экономическую доступность ресурсов отходов и представляющие собой основание для дифференциации затрат на их освоение. Сбор и переработка отходов, образующихся на лесосеке и нижнем лесоскладе, сопряжены с разными затратами, следовательно, эти группы отходов будут характеризоваться разным уровнем эффективности переработки. Кроме того, может быть различная техническая возможность их использования по условиям доставки потребителям.

По ассортименту исходного сырья отходы классифицируются на отходы пиломатериалов, фанеры, древесноволокнистых плит и др.

По породам древесины отходы хвойных и лиственных пород деревьев. Древесная зелень лиственных пород по сравнению с хвойными содержит меньше листьев, больше коры и древесины, причем для лиственных пород соотношение листьев и древесины в древесной зелени практически не зависит от возраста деревьев.

По влажности отходы подразделяются на сухие (с влажностью 15%), полусухие (с влажностью (15-30%), влажные (с влажностью выше 30%).

По структуре отходы бывают кусковые, сыпучие и др. Кусковые или твердые отходы в виде обрезков получаются в деревообрабатывающей промышленности, в виде горбыля, реек и обрезков — лесопилении, а в лесозаготовительной промышленности в виде ветвей, сучьев, вершин, корней, пней, откомлевок и козырьков. Мягкие или сыпучие отходы в виде стружек, опилок, и древесной пыли получаются в деревообрабатывающем производстве, в виде опилок в лесопилении [7].

По этапам обработки древесины отходы делятся на отходы, связанные с заготовкой леса (ветви, вершины, пни корни, кора, обрезки, неделовую древесину (дрова); отходы первичной обработки древесины в лесопилении, фанерном производстве (рейки, горбыли, обрезки, стружки, опилки, кора, рванина, карандаши); отходы вторичной обработки в мебельных производствах, производстве столярных изделий, а также в строительстве (обрезки, стружки, опилки).

По целевому назначению все отходы подразделяются на: отходы вторичное сырье, так как они могут частично или полностью заменить первичное сырье, отходы, используемые в строительстве непосредственно или после дополнительной обработки или переработки, отходы используемые в качестве топлива [7, 10, 11, 12].

 $\begin{tabular}{ll} $Ta\, 6\, \pi\, u\, u\, a\ 2\, .\, 2 \\ Kлассификация древесных отходов \end{tabular}$

	Подотра	асли промы	шленности	
Вид древесных отходов	Лесо- заго- товки	Лесопи- ление	Дерево- обработ- ка	Область применения
Сучья, ветви	+	-	-	Щепа технологическая для ДСП, ЦБП, ГП, ЛХ; арболит, топливо, СХ, ТНП
Откомлевки, обрезки при раскряжевке, козырек	+	-	-	Щепа технологическая для ДСП, ДВП, ЦБП, ГП, ЛХ, топливо, ТНП
Горбыль, рейки	-	+	+	Щепа технологическая
Обрезки пиломатериа- лов и заготовок	-	+	+	для ДСП, ДВП, ЦБП, ГП, ЛХ, топливо, тара, ТНП
Карандаш	-	-	+	Щепа технологическая для ДСП, ДВП, ЦБП, ГП, ЛХ, ТНП
Отструг	-	-	+	ТНП, топливо; щепа технологическая для ДСП, ДВП
Шпон-рванина	-	-	+	Щепа технологическая для ДСП, ДВП, ЦБП, ГП; ТНП, топливо
Обрезки: - фанеры; - фанерных плит; - пластика древесного слоистого;	-	-	+	ТНП, топливо
- строганного шпона;	-	-	+	ТНП, топливо, ДСП
- лущеного шпона;	-	-	+	Щепа технологическая для ДСП, ДВП, ЦБП; топливо, ТНП
- древесно-стружечных необлицованных плит;	-	-	+	ТНП, ДСП, топливо
- древесно-стружечных облицованных плит;	-	-	+	ТНП, топливо

	Подотрасли промышленности			
Вид древесных отходов	Лесо- заго- товки	Лесопи- ление	Дерево- обработ- ка	Область применения
- древесноволокнистых плит;	-	-	+	ТНП, ДВП, топливо
- древесноволокнистых с лакокрасочным по- крытием плит;	-	-	+	ТНП
- столярных плит	-	-	-	ТНП, топливо

. Таблица 2.3 Размеры и требования древесных отходов

Вид древесных от-	Размер	ы, мм	T
ходов	Длина	Ширина	Технические требования
Сучья, ветви	Не норм	ируются	Не нормируются
	Менее 300	-	Соответствующие стандартам на продукцию
Обрезки при рас- кряжевке	То же	-	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
крижевке	300 и более -		Не соответствующие стандартам на продукцию на каждых 0,3 м длины
Козырек	Не норм	ируются	Не нормируются
	Менее 1000	Не норми- руются	Соответствующие стандартам на продукцию
Горбыль	То же	То же	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
	1000	-**-	Не соответствующие стандартам на продукцию на каждом метре длины
Рейки	Не норм	ируются	Не нормируются
	Менее 500	Не норми- руются	Соответствующие стандартам на продукцию
Обрезки пиломатериалов	Менее 500	То же	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
	500 и более	-**-	Не соответствующие стандартам на продукцию на каждых 0,5 м длины
Карандаш	Не норм	ируются	Не нормируются

Вид древесных от-	Размер	Э Ы, ММ	Тээгээг
ходов	Длина	Ширина	Технические требования
Шпон-рванина	Не норми- руется	Менее 150	Соответствующие стандартам на продукцию
шпон-ръанина	То же	150 и более	Соответствующие стандар- там на продукцию
Обрезки:	Не норми-	Менее 100	Соответствующие стандар- там на продукцию
- фанеры	руется	100 и более	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
- фанерных плит	То же	Менее 100	Соответствующие стандартам на продукцию
- фанерных плит	то же	100 и более	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
- пластика древесно-	Не норми-	Менее 100	Соответствующие стандартам на продукцию
го слоистого	руется	100 и более	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
omnorovvvoro vvvovo	Не норми- руются	Менее 60	Соответствующие стандар- там на продукцию
- строганного шпона	То же	То же	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
пунненого инпоиз	-»-	Менее 150	Соответствующие стандартам на продукцию
- лущеного шпона	-»-	То же	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
- древесно-стружеч- ных необлицованных	-»-	260 и менее	Соответствующие стандартам на продукцию
плит	Не норми- руются	То же	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
- древесно-стружеч- ных облицованных	То же	-»-	Соответствующие стандар- там на продукцию
плит	-»-	-»-	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
- древесноволокни- стых плит сухого и	-»-	-»-	Соответствующие стандартам на продукцию
мокрого способов производства	-»-	-»-	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
- древесноволокни- стых облицованных	Не норми- руется	260 и менее	Соответствующие стандар- там на продукцию
или с лакокрасочным покрытием плит	То же	То же	Не соответствующие стан- дартам на продукцию

Вид древесных от-	Размер	ы, мм	T
ходов	Длина	Ширина	Технические требования
	->-	200 и менее	Соответствующие стандартам на продукцию
- столярных плит	-»-	То же	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
- гнуто-клееных за- готовок	Не норм	ируются	Не нормируются
- пластика декора- тивного бумажносло-	550 и менее	330 и менее	Не нормируются
истого	Более 550	220 и менее	Не нормируются
	Менее 1000	Не норми- руются	Соответствующие стандартам на продукцию
- фибролитовых плит	То же	То же	Не соответствующие стан- дартам на продукцию
	Менее 600	-»-	Соответствующие стандартам на продукцию
- спичечного сырья	600 и более	Не норми- руются	Не соответствующие стандартам на продукцию на каждых 0,6 м длины
	300 и менее	То же	Соответствующие стандартам на продукцию
- фанерного сырья	Более 300	-»-	Не соответствующие стандартам на продукцию на каждых 0,3 м длины
- пневая древесина	Не норм	ируется	Не нормируются
Древесные опилки (кроме ГОСТ 18320)	Не норм	ируются	Не нормируются
Древесная стружка (кроме ГОСТ 5244)	Не нормируются		Не нормируются
Древесная пыль	Не нормируются		Не нормируются
Отходы окорки	Не нормируются		Не нормируются
Отструг толщина 20 мм и менее	Не нормируется		Соответствующие стандартам на продукцию
Более 20 мм	Не нормируются		Не соответствующие стандартам на продукцию на каждом метре длины

Примечания

- 1. Влажность древесных отходов не нормируется.
- При нормировании древесных отходов должны учитываться технические требования к продукции, указанные в действующих межгосударственных и национальных стандартах.

Согласно ГОСТ Р 56070-2014 «Отходы древесные. Технические условия» древесные отходы классифицируют по трем основным признакам: виду древесных отходов, отраслевой принадлежности и области применения (табл. 2.2) [3].

По видам, размерам и техническим требованиям отходы древесные должны соответствовать показателям приведенным в таблице 2.3.

2.3. Номенклатура отходов деревообрабатывающего производства

При лесопилении отходы составляют 60% от объема древесного сырья. При этом в отходы идет лучшая, заболонная часть древесины. Количество отходов деревообрабатывающих производств зависит от качества поставляемого сырья, типа и размера изготовляемой продукции, техновооруженности предприятия и его мощности и составляет 45—63% исходного сырья (пиломатериалов, фанеры).

 $\label{eq:Table} Ta\, б\, \pi\, u\, ц\, a\ \ \, 2\, .\, 4$ Номенклатура отходов деревообрабатывающих производств

Наименова-	Группа		F	азмеры, мм	1
ние	отходов по структуре	Характеристика	длина	ширина	толщина
Рейка об- резная	Кускове крупные	Боковая часть доски, отделяемая при продольном раскрое необрезной доски	1000-6500	-	-
Короткомер крупный	То же	Неполномерные короткие отрезки пиломатериалов	500-1500	100-200	12-50
Недомерок средний	Кусковые средние	Отрезки после продольной и поперечной распиловки	250-500	100-220	16-35
Мелочь кусковая	Кусковые мелкие	Мелкие отрезки и срезки после продольной и поперечной распиловки	До 250	15-60	12-30
Стружка	Сыпучие	Древесина, от- деляемая резцами при строгании или фрезеровании	2-25	-	0,2-1,5

Наименова-	Группа		F	азмеры, мм	1
ние	отходов по структуре	Характеристика	длина	ширина	толщина
Опилки	»	Отделяемая в про- цессе распиловки зубьями пил часть древесины	1-5	-	0,1-3
Древесная	*	Пылевидные ча- стицы древесины, измельчаемой в процессе обработ- ки резцами или шлифованием	-	-	0,01-0,02
	Отходы	фанеры и древесновол	токнистых пл	ІИТ	
Обрезки клееной фанеры	Кусковые крупные	Обрезки	225-1525	15-175	4-15
Обрезки строганного шпона	То же	»	30-1700	15-150	0,8-1,2
Опилки		См. «Отходы пи	іломатериало)B»	
Древесная пыль	То же				
	От	ходы древесно-струже	чных плит		
Обрезки плит	Кусковые крупные	Обрезки	225-1700	15-220	6-32
Опилки	См. «Отходы пиломатериалов»				
Древесная пыль	То же				

Из общего количества отходов 34% приходится на трудноиспользуемые: кору (11%), стружку (10%) и опилки (13%). Лишь 26% составляют крупномерные отходы, которые могут служить сырьем для целлюлознобумажной промышленности и производства плит.

На деревообрабатывающих производствах все отходы делят на типы для дальнейшего использования в разных отраслях производств. Все основные типы этих отходов с их точными характеристиками приведены в номенклатуре в таблице 2.4 [8].

2.4. Образование отходов в целлюлозно-бумажной промышленности

Целлюлозно-бумажная промышленность связана с механической обработкой и химической переработкой древесины с получением полуфабрикатов и готовой продукции [9].

В процессе производства основная масса твердых отходов образуется на стадии подготовки сырья. Кора образуется при окорке древесины. В процессе распиловки древесины образуется опил. Также выходит большое количество сточных вод, содержащих лигнин. В ходе очистки производственных сточных вод остается шлам, избыточный активный ил. По химическому составу отходы различаются. Причем, следует отметить, что при изменении технологии варки целлюлозы, состав отходов также резко изменяется.

Производство целлюлозы — сложный технологический цикл, в который входят следующие операции (стадии): получение целлюлозного полуфабриката при варке древесины (делигнификация до остаточного содержания лигнина в целлюлозе 3-4%); отбелка целлюлозы (углубленная делигнификация до остаточного содержания лигнина в целлюлозном полуфабрикате -1%); регенерация реагентов. Для производства целлюлозы применяют в основном два способа - сульфатный и сульфитный [13]. В обоих случаях сваренная в котлах периодического или непрерывного действия целлюлоза проходит промывной и очистной отделы, затем (если в этом есть необходимость) подвергается отбелке химическими реагентами и, наконец, поступает на машины, вырабатывающие товарную целлюлозу. Однако реагенты, используемые в двух названных способах различны. Основной из них - это щелочная варка (сульфатный процесс), в результате которой образуется темная сульфатная варочная жидкость. Эти отходы содержат трудно перерабатываемые ароматические продукты расщепления лигнина и низкомолекулярные органические кислоты (глюкоизосахариновую, молочную, уксусную и муравьиную). При получении пульпы из смолистой древесины сосны образуются талловое масло и терпены. В сульфитном способе для варки целлюлозы используют сернистую кислоту и ее соли. Сульфитная варка целлюлозы применяется реже; она дает отходы следующего состава: лигносульфонаты с ароматическими элементами, сахара (манноза, галактоза, глюкоза, ксилоза, арабиноза, уксусная кислота, метанол и фурфураль).

Жидкие отходы на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности представляют собой многокомпонентную водную систему, содержащую взвешенные вещества, неорганические компоненты, органические компоненты (лигнины, фенолы и их производные, углеводы, смоляные и жирные кислоты, серо- и хлорсодержащие соединения, метанол, скипидар, формальдегид и пр.) [14]. Нерастворимые вещества, образующиеся на стадиях химической и биологической очисток сточных вод предприятий, представляют собой шлам-лигнин - желеобразный продукт с высоким содержанием воды (до 95%).

Глава 3. СОСТАВ И СВОЙСТВА ОТХОДОВ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

3.1. Состав древесных отходов

3.1.1. Химический состав древесины

Многочисленными исследованиями установлено, что элементарный химический состав абсолютно сухой древесины различных пород почти одинаков и в среднем содержит 49,5 % углерода, 6,3 % водорода и 44,2 % кислорода. Древесина хвойных и лиственных пород по содержанию органических веществ существенно отличается друг от друга, что видно из следующих данных, %:

	Породы				
	Хвойные Лиственные				
Целлюлоза	53 – 54	43 - 45			
Пентозаны	10 - 12	21 - 26			
Гексозаны	13	3 - 6			
Лигнин	26 – 9	19 - 26			

Кроме органических веществ древесина содержит минеральные соединения, которые при сгорании дают 0,2 - 1,7% золы. В состав золы входят главным образом соли щелочноземельных металлов. В золе из древесины сосны, ели и березы содержится свыше 40% солей кальция, свыше 20% солей калия и натрия и до 10% солей магния.

Входящие в состав древесины углерод, кислород и водород образуют сложные органические вещества. Основные из них — целлюлоза, лигнин, гемицеллюлозы — пентозаны и гексозаны [1, 2].

В таблице 3.1 представлены показатели содержания в древесине основных органических веществ в зависимости от породы [3].

Целлюлоза (клетчатка), относится к классу полиацеталий. Элементарным звеном целлюлозы является ангидрид глюкозы: $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$, где n - степень полимеризации, равная 6000-14000. Лигнин - аморфное, полифункциональное высокомолекулярное ароматическое соединение, состоящее из фенилпропановых структурных единиц, и не является веществом постоянного состава. Лигнин - конечный продукт растительного метаболизма. Гемицеллюлозы - группа полисахаридов, в которую входят пентозаны $(C_5H_8O_4)_n$ и гексозаны $(C_6H_{10}O_5)_n$. Формула гексозанов на

первый взгляд похожа на формулу целлюлозы. Однако степень полимеризации у всех гемицеллюлоз гораздо меньше и составляет 60-200. Это свидетельствует о более коротких цепочках молекул и меньшей стойкости этих веществ по сравнению с целлюлозой.

Таблица 3.1 Содержание органических веществ в древесине разных пород

Органические вещества	Содержание органических веществ, % от массы абсолютно сухой древесины					
	сосны	ели	пихты	березы	осины	
Растворимые в эфире	4,91	1,87	0,87	1,50	1,51	
Растворимые в горячей воде	2,98	3,19	1,40	2,30	2,96	
Целлюлоза, свободная от пентозанов	56,50	55,17	40,40	47,20	47,80	
Лигнин	27,05	27,00	29,89	19,10	21,67	
Пентозаны	10,45	11,24	5,30	28,70	23,52	

Кроме основных органических веществ, в древесине содержится сравнительно небольшое количество экстрактивных веществ (таннидов, смол, камедей, пектинов, жиров и др.), растворимых в воде, спирте или эфире [1, 2, 4]. Содержание смол в сосне составляет 6,4, в ели 1,9, березе 1,2, осине 1,5 % от веса абсолютно сухой древесины. Дубильные вещества содержатся в древесине дуба, в коре сосны и ели.

3.1.2. Древесина как биополимерная композиционная система

Как и большинство природных материалов, древесина представляет собой композит — неоднородную гетерогенную пористую систему, состоящую из механических, запасающих и проводящих тканей, основным структурным элементом которых является клеточная стенка, сформированная путем сочетания макромолекул трех высокомолекулярных компонентов (целлюлозы, лигнина, гемицеллюлозы) в процессе биосинтеза. Их взаимодействие на границе раздела фаз приводит к образованию межфазного переходного слоя — лигноуглеродного комплекса, придающего материалу новые свойства при сохранении индивидуальности каждого компонента. Такое строение древесины обуславливает ее особенные свойства [5].

Макроструктуру древесины составляют элементы с размерами 0,1 мм и выше, т.е. слои ранней и поздней древесины, серцевинные лучи, сосуды и т.п., выполняющие соответственно механические, запасающие проводящие функции. Модель макроструктуры древесины представлена на рисунке 3.1.

Проводящая ткань образована сосудами и пустотами древесного вещества. Пористость, как вся структура в целом сказывается на механических, теплофизических, оптических и других свойствах материала. Но весьма значительное влияние она оказывает на процессы массопереноса (сорбцию, газо-, паропроницаемость), играющих огромную роль при образовании древесных композиционных материалов.

Плотность древесины в большей степени определяется характером пористой структуры, распределением пор по размерам. Уменьшение количества пор и их размеров приводит к возрастанию плотности древесины, механической прочности, снижению водопоглощения и разбухания.

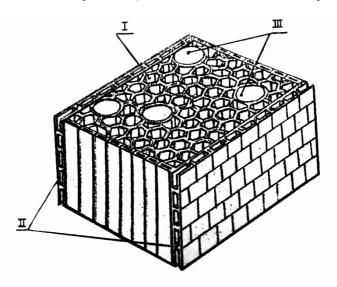


Рис. 3.1. Модель древесины рассеяннососудистых пород; I — механическая ткань; II — запасающая ткань; III — проводящая ткань

Наиболее важный компонент древесины - целлюлоза. Целлюлоза - это полимер, в котором кристаллические (упорядоченные) и аморфные (разупорядоченные) участки макромолекул образуют элементарные фибриллы, по внешнему виду напоминающие ленты, диаметром до 3.5 нм. В результате их агрегирования образуются более крупные структуры (микрофиблиллы) диаметром 10-30 нм. Микрофиблиллы же объединяются в макрофиблиллы, образуя надмолекулярную структуру, которая является основным элементом клеточной стенки. Соотноше-

ние кристаллических и аморфных участков макромолекул в целлюлозе определяет ее степень кристалличности. Так для природной целлюлозы она составляет 60-70%, для регенерированной -25-40%. Щелочная обработка или механический размол приводит к значительному снижению степени кристалличности. Это оказывает существенное влияние на сорбционную способность целлюлозы. Энергия водородных связей, возникающих между макромолекулами воды и OH- группами полимера оказывается недостаточной, чтобы разрушить кристаллическую решетку. Поэтому сорбция воды происходит только в аморфных областях. Соответственно, у регенерированной целлюлозы она в два раза выше, чем у природной [5].

Кроме важной роли фазового состояния в определении сорбционных свойств целлюлозы следует отметить влияние внутренних напряжений. Кроме истинной сирбции воды, определяемой количеством аморфной составляющей полимера, происходит капиллярное поглощение воды целлюлозой как за счет пористости (поры в клетках растительных тканей, капилляры в природных волокнах, межфибриллярные пространства), так и скрытой, проявляющейся при смачивании в воде и представляющей собой те поры и капилляры, которые «смыкаются» при сушке и способны восстанавливаться за счет сохранившихся в сухом образце внутренних напряжений.

Лигнин, обладая низкой сорбционной способностью, значительно снижает проницаемость клеточных стенок, тем самым играет важную роль в процессах массопереноса в древесине. Он также придает жесткость, устойчивость к ударам, сжатию, изгибу, действию микробов и т.п.

Элементарными звеньями в макромолекуле лигнина являются фенилпропановые структурные единицы C_6-C_3 . Лигнин в отличие от целлюлозы имеет широкое распределение по молекулярной массе и в растительных тканях существует в трех различных модификациях: структурированный лигнин межклеточного вещества и вторичной оболочки, «свободный» лигнин в виде мелкозернистых гранул (глобул), заполняющих пустоты между фибриллами целлюлозы.

«Свободный» лигнин имеет небольшую до 5х10³ молекулярную массу и слаборазветвленную структуру. При взаимодействии с полярными растворителями и при нагревании макромолекулы лигнина способны образовывать ориентированную упорядоченную структуру, т.е переходить в жидкокристаллическое состояние. Строение макромолекул лигнина показано на рисунке 3.2.

Лигнин межклеточного вещества имеет упорядоченное строение в виде параллельных цилиндров бесконечной длины (рис. 3.2). Во вторич-

ной оболочке лигнин располагается в виде слоев или ламелей между фибриллами целлюлозы. Молекулярная масса структурированного лигнина может изменяться от 6000 до 12000. Особенность лигнина — образование трудноразделимых смесей с гемицеллюлозами в процессе физико-химической обработки древесины.

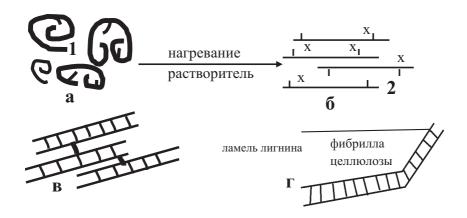


Рис. 3.2. Схематичное изображение строения макромолекул лигнина: а) слаборазветвленные макромолекулы лигнина: 1 — глобулярное строение; 2 — выпрямленные; х — межмолекулярная связь; б) жидкокристаллическое состояние; в) цилиндрическая конформация макромолекул лигнина; г) ламеллярная (слоистая) конформация лигнина

Гемицеллюлозы гидролизуются и переходят в простые сахара при кипячении с разбавленными кислотами, а также растворяются и извлекаются из древесины при действии щелочей, холодных и горячих водных растворов. Часть гемицеллюлоз оказывается трудногидролизуемой и плохо извлекается щелочами, что свидетельствует об образовании физико-химических связей с целлюлозой и лигнином. Цепи гемицеллюлоз могут быть линейными и разветвленными.

С лигнином физико-химические связи образуют чаще пентозаны, в частности глюкуроноксилан; глюкоксилан, а в образовании упорядоченных цилиндрических структур участвуют также глюкоманнаны и арабиногалактаны. Такого рода сополимеры древесины образуют лигноуглеводный комплекс.

Установлено, что лигнин и целлюлоза являются термодинамически несовместимыми, т.е. взаимонерастворимыми полимерами [5]. Но в определенных условиях наблюдается вынужденная совместимость целлюлозы и гемицеллюлоз вследствие образования совместно ориентированных фибриллярных структур за счет физико-химических связей макромолекул. Совместимость лигнина и гемицеллюлоз наблюдается в области предельно низких и высоких концентраций лигнина.

Присутствие лигноуглеводного комплекса в древесине позволяет значительно улучшить совместимость ее компонентов вследствие его локализации на границе раздела фаз лигнин-целлюлоза-гемицеллюлоза.

3.1.3. Химические свойства древесины

С биохимической точки зрения древесина сложное образование, основу которого составляют биополимеры. Целлюлоза — основное вещество древесины, обеспечивающее ее упругость и механическую прочность. Главный биополимер — целлюлоза образует кристаллический остов клеточной оболочки.

Лигнин обеспечивает повышенную твердость и жесткость древесины. Он аморфный биополимер, заполняющий пространство в целлюлозной кристаллической решетке и усиливающий прочность клеточной оболочки. При нагреве лигнин приобретает свойства пластичности. Присутствие в лигнине гидроксильных групп и их взаимодействие со щелочами ведет к образованию соединений типа фенолятов. При сухой перегонке лигнина образуется фенол, состоящий в основном из двух- и трехатомных фенолов и их производных.

Гемицеллюлоза тоже участвует в упрочении клеточной оболочки, она состоит из смеси полисахаридов. Они легко гидролизуются слабыми кислотами и экстрагируются слабыми растворами щелочей.

Гидролиз гемицеллюлоз можно представить следующими уравнениями:

$$(C_{6}H_{10}O_{5})_{n} + nH_{2}O$$
 $\rightarrow nC_{6}H_{12}O_{6};$ гексозаны $(C_{5}H_{8}O_{4})_{n} + nH_{2}O$ $\rightarrow nC_{5}H_{10}O_{5}$

Эти реакции, как и реакции гидролиза целлюлозы, идут не сразу, а в несколько ступеней.

Пентозаны при гидролизе дают пентозы — сахара, которые в процессе брожения образуют спирт. Пентозаны усиливают эластичность и гибкость древесины. Пентозаны и гексозаны, являясь коллоидными веществами, при нагревании в воде приобретают свойства клеящих веществ.

Смолы, содержащиеся в древесине, хорошо растворяются в спирте, ацетоне и водных растворах щелочей. При нагревании они плавятся, превращаясь в пластическую массу, затвердевающую при охлаждении. Это свойство смол используют при прессовании измельченных отходов древесины без добавления связующих веществ. Во время прессования нагретой древесной массы, расплавленные смолы заполняют пространство между древесными частицами.

Подвергнутые окислению и конденсации дубильные вещества превращаются в нерастворимые в воде вещества — флобафены. Данный процесс происходит при нагревании измельченной древесины и коры в период сушки и прессования при высокой температуре без доступа воздуха.

Древесина как биополимер обладает уникальными свойствами, она легко обрабатывается.

Целлюлоза обладает достаточной стойкостью к тепловым воздействиям. Кратковременное нагревание до 200°С не вызывает ее разложения. Разложение целлюлозы начинается при 275°С. При определенных условиях целлюлоза гидролизуется, превращаясь в моносахариды [1].

Химические свойства древесины обусловлены основными свойствами ее составляющих — целлюлозы, лигнина, гемицеллюлозы.

Химические свойства целлюлозы определяются строением ее молекулы как полисахарида, состоящего из звеньев глюкозы. Для целлюлозы как высокомолекулярного соединения можно выделить четыре основных типа реакций: 1) деструкции, 2) функциональных групп; 3) сшивания цепей; 4) внутримолекулярных перегруппировок. В химии целлюлозы имеют значение главным образом реакции первых двух типов.

Реакции полного гидролиза полисахаридов древесины могут быть выражены следующими уравнениями:

При реакциях деструкции происходит разрыв глюкозидных связей в цепных макромолекулах целлюлозы с понижением ее степени полимеризации, а в некоторых случаях и разрыв углеродных связей. Деструкция может протекать под физическим воздействием (физическая деструкция) и под действием химических агентов (химическая деструкция). При интенсивном механическом измельчении, например при размоле целлюлозы в производстве бумаги, целлюлоза может претерпевать механическую деструкцию, при механической деструкции возможен разрыв не только глюкозидных связей, но и углеродных. Окислительная деструкция целлюлозы происходит под действием различных окислителей, в том числе кислорода воздуха. Гидролиз - то деструкция под действием воды и водных растворов кислот, щелочей и солей, сопровождающаяся присоединением воды по месту разрыва связи.

Полисахариды древесины в связи с особенностями надмолекулярной структуры можно разделить на две группы: легко- и трудногидролизуемые. К легкогидролизуемым относят полисахариды, способные гидролизоваться разбавленными кислотами при температуре около 100° С. Трудногидролизуемые полисахариды гидролизуются концентрированными минеральными кислотами при нормальной температуре. Гидролиз трудногидролизуемых полисахаридов разбавленными кислотами можно осуществить лишь при высокой температуре (160—190° С) при соответствующем давлении. К трудногидролизуемым полисахаридам относится целлюлоза и небольшая часть гемицеллюлоз (целлюлозаны), к легкогидролизуемым полисахаридам — гемицеллюлозы и небольшая часть целлюлозы (аморфная часть).

При высокой температуре гидролиз может быть осуществлен действием только воды. Однако скорость гидролиза в этих условиях очень мала. Поэтому гидролиз проводят с применением катализаторов - кислот (серной и соляной).

В разбавленной кислоте гидролиз целлюлозы происходит по типу гидролиза крахмала: целлюлоза \rightarrow гидроцеллюлоза \rightarrow целлодекстрины \rightarrow олигосахариды β -ряда \rightarrow целлобиоза \rightarrow D-глюкоза.

Сначала целлюлоза утрачивает волокнистую структуру и превращается в гидроцеллюлозу. Эта реакция протекает быстро уже при мягких условиях гидролиза. Реакция же превращения гидроцеллюлозы в растворимые полисахариды идет медленно. Эта стадия реакции практически и определяет скорость гидролиза (трудная гидролизуемость кристаллических участков). При гидролизе древесины гидролизуются как целлюлоза, так и гемицеллюлозы. Скорость реакции гидролиза полисахаридов резко увеличивается с повышением температуры.

Одновременно с гидролизом полисахаридов при действии тех же катализаторов (кислот) идет процесс разрушения моносахаридов с об-

разованием различных продуктов распада. Продуктами распада гексоз являются оксиметилфурфурол, продукты его распада, а также гуминовые вещества, а продуктами распада пентоз — фурфурол, муравьиная кислота, гуминовые вещества. Чтобы распад сахаров был наименьшим, гидролиз концентрированными кислотами осуществляют при обычной температуре. Он имеет некоторые особенности. В отличие от гидролиза разбавленными кислотами он идет в гомогенной среде, так как целлюлоза и другие полисахариды сначала набухают и растворяются в крепкой кислоте. Серная кислота растворяет целлюлозу при концентрации 62% и более, а соляная — при концентрации 40 - 41 %.

Гидролиз полисахаридов концентрированными кислотами идет в условиях, когда имеющаяся в смеси вода связывается как полисахаридами, так и кислотами. Недостаток воды приводит к тому, что основными продуктами гидролиза являются не моносахариды, а олигосахариды. Низкомолекулярные полисахариды (олигосахариды) в условиях недостатка воды образуются в результате частичного гидролиза полисахаридов и, кроме того, в результате реверсии (реакции, обратной гидролизу) моносахаридов, образующихся при более глубоком гидролизе.

Важное практическое применение имеют реакции функциональных групп целлюлозы. В результате таких превращений, протекающих с участием спиртовых гидроксильных групп, получают новые полимеры с ценными свойствами — различные сложные и простые эфиры целлюлозы [1, 2, 4].

Так как в молекулах целлюлозы есть гидроксильные группы, то для нее характерны реакции этерификации. При взаимодействии с азотной кислотой в зависимости от условий образуются динитро- или тринитро- целлюлоза, являющиеся сложными эфирами:

$$\begin{bmatrix} (C_6H_7O_2) & OH \\ OH \\ OH \end{bmatrix}_n + 2nHONO_2 \xrightarrow{H_2SO_4} \begin{bmatrix} (C_6H_7O_2) & O-NO_2 \\ O-NO_2 \\ O-H \end{bmatrix}_n + 2nH_2O$$

динитроцеллюлоза или динитрат целлюлоза

$$\begin{bmatrix} (C_6H_7O_2) & OH \\ OH \\ OH \\ 0H \end{bmatrix}_n + 3nHONO_2 \xrightarrow{H_2SO_4} \begin{bmatrix} (C_6H_7O_2) & O-NO_2 \\ O-NO_2 \\ O-NO_2 \\ 0-NO_2 \end{bmatrix}_n + 3nH_2O$$

тринитроцеллюлоза или тринитрат целлюлозы

При взаимодействии с уксусным ангидридом (в присутствии уксусной и серной кислот) или уксусной кислотой, получается диацетилцеллюлоза и триацетилцеллюлоза:

$$\begin{bmatrix} OH \\ C_6H_7O_2 \bigcirc OH \\ OH \\ OH \end{bmatrix}_n \ + \ 3nCH_3COOH \ \ \frac{H_2SO_4(k)}{L_2SO_4(k)} \begin{bmatrix} O-COCH_3 \\ O-COCH_3 \\ O-COCH_3 \\ \end{bmatrix}_n \ + \ 3nH_2COOH$$
 Триацетилцеллюлоза может быть диацетилцеллюлоза
$$\begin{bmatrix} O-COCH_3 \\ C_6H_7O_2 \bigcirc O-COCH_3 \\ O-COCH_3 \\ O-H \end{bmatrix}_n$$

3.2. Физико-механические свойства древесных отходов

Физико-механические свойства кусковых отходов, за исключением насыпного веса, мало отличаются от свойств цельной древесины. Основное отличие любого сыпучего материала от сплошного заключается в дискретности его частиц (опилки, струкжка, пылинка). В связи с этим необходимо рассматривать физико-механические свойства отдельных частиц и свойства всей массы сыпучего материала.

3.2.1. Насыпная масса, коэффициент полнодревесности

Древесные отходы, накапливаясь в одном месте без принудительного уплотнения, образуют насыпь (кучу) и занимают больший объем, чем они занимали в цельной древесине до обработки последней, а вес единицы объема такой насыпи уменьшается за счет разрыхления, т.е. уменьшения полнодревесности. Отсюда возникают понятия и термины: «насыпная масса», «складочная масса» и «коэффициент полнодревесности». Отношение складочной массы к плотной массе в 1 м³ древесины одинаковой влажности называется коэффициентом заполнения или коэффициентом полнодревесности: $K_{\nu} = G / Y$, где G - насыпная масса отходов, кг/м³; Y - объемная масса плотной древесины, кг/м³ [6].

Таблица 3.2 Коэффициенты полнодревесности

Наименование отходов	Среднее значение коэффициента полнодревесности	Способ укладки
Откомлевки и обрезки при рас- кряжевке	0,70	Навалом
Сучья, ветки	0,12	
Горбыль длиной 2000 мм и менее	0,48	Плотная
Тот же длиной более 2000 мм	0,43	Плотная

Наименование отходов	Среднее значение коэффициента полнодревесности	Способ укладки
Рейки	0,52	
Обрезки пиломатериалов и заготовок длиной 500 мм и менее	0,57	
Обрезки фанеры и плит	0,60	Писти
Обрезки лущеного, строганного шпона и шпона-рванины	0,45	Плотная
Карандаш	0,72	
Отструги	0,60	
Древесная стружка	0,11	
Древесные опилки	0,11	
Отходы окорки	0,34 Насыпью	
Древесная пыль	0,52	

 $\label{eq:Tadin} Ta\, \text{б}\, \text{л}\, \text{и}\, \text{ц}\, \text{а} \ \ 3\,.\,3$ Насыпная масса и коэффициент полнодревесности сыпучих отходов

Отходы	Влажность, %	Насыпная масса, кг/м ³	Коэффициент полнодревесности (средний для всех пород)
Шепа при свобод- ной насыпке	60 - 80	-	0,35-0,40
Шепа при утрам- бовке	60 - 80	-	0,42-0,50
Стружка мелкая без утрамбовки	8 - 10	74	0,07
То же	16 - 18	105	0,11
Стружка мелкая утрамбованная	7 - 10	142	0,14
То же	16 - 18	213	0,21
Опилки крупные без утрамбовки	8 - 10	101	0,10
То же	50 - 60	171	0,71
Опилки крупные утрамбованные	8 – 10	148	0,26
То же	50 - 60	260	0,48
Брикеты из опилок с объемной массой 1,24 г/см ³	8 - 10	924	0,92
Древесная пыль хвойных пород	15	150 - 200	0,15-0,20
Древесная пыль твердых листвен- ных пород	15	460	0,46

В таблице 3.2 приведены коэффициенты полнодревесности согласно ГОСТ 56070-2014 «Отходы древесные. Технические условия», а в таблице 3.3 насыпная масса и коэффициент полнодревесности сыпучих отходов [6,7].

Для кусковых отходов целесообразнее применять термин «складочная масса», а в отношении сыпучих — «насыпная масса».

3.2.2. Влажность древесных отходов

Влага в древесине влияет на физико-механические свойства древесины в любом ее виде. Под абсолютной влажностью древесины следует понимать выраженное в процентах отношение массы влаги, содержащейся в данном объеме древесины, к массе сухой древесины [8]. Относительная влажность древесины — это отношение веса содержащейся в древесине влаги к весу сырой древесины, выраженное в процентах. Влажность имеет большое значение при производстве из древесных отходов строительных материалов и изделий. По относительной влажности древесину делят на следующие категории: сырая (23% и более), полусухая (18 — 23%), воздушно-сухая (12 — 18%), сухая (6 — 12%). Степени абсолютной влажности древесины представлены в таблице 3.4

Таблица 3.4 Абсолютная влажность древесины

Наименование	Абсолютная влажность, в %	Условия образования
Мокрая древесина	Более 100%	Долговременное нахождение в воде
Свежесрубленная	50 - 100%	
Воздушно-сухая	15 – 20%	Долговременное хранение на воздухе
Комнатно-сухая	6 - 10%	
Абсолютно-сухая	0%	

Уже при влажности выше 14-16% вода играет роль смазки при том или ином механическом воздействии, особенно при дроблении и измельчении, когда куски или частицы получаются относительно крупными. Кроме того, при повышенной влажности затрудняется проникновение в древесину вводимых в нее связующих или других ингредиентов [10,11].

При сверхнизкой влажности, ниже 4-5%, вода образует в древесине тонкие пленки ничтожно малой толщины - слой воды, прилегающий к твердой стенке и имеющий толщину 0,075 мм, находится в особом состоянии и приближается по свойствам к твердому телу. В этом состоянии древесина становится хрупкой, легко разрушается и измельчается. Но, в

то же время, древесина в таком состоянии быстро поглощает не только влагу, но и вводимые растворимые ингредиенты.

В производстве большинства строительных материалов и изделий из древесных отходов требуемая по технологии влажность древесины не должна превышать 10 - 15% [8].

3.2.3. Гигроскопичность

Гигроскопичностью древесины называется ее способность поглощать (сорбировать) пары воды; выражается она не только влагопоглощением, но и набуханием, которые являются показателями одного и того же сорбционного процесса. Количество гигроскопически поглощенной влаги мало зависит от породы древесины. Максимальная влажность древесины, которая может быть достигнута вследствие поглощения влаги из окружающей среды при 20°C составляет 30% (абсолютных) и почти не зависит от породы древесины [9]. Водопоглощение — свойство погруженного в воду материала впитывать ее в жидком состоянии. Вследствие водопоглощения, в отличие от гигроскопичности, может быть достигнута влажность древесины значительно большая 30%. Поверхностно-активные свойства древесины повышаются по мере ее измельчения. Если цельная древесина увеличивает свою влажность на 25% за двое суток, то измельченная, т.е. сыпучая древесина, повышает свою влажность на 28% за одни сутки. Наиболее интенсивно древесина поглощает влагу в интервале от 0 до 12%, и различие в поглощении влаги цельной древесиной и измельченной продолжает быть заметным до влажности 16-17%. Таким образом, сорбирующие свойства древесных отходов зависят от их структуры, крупности, а также их начальной влажности [11].

3.2.4. Прочность, твердость, шлифующие свойства

Наиболее высокой прочностью древесина обладает при растяжении вдоль волокон. Для разных пород эта величина равна в среднем 1200 кгс/см². Прочность при растяжении попрек волокон для всех пород составляет в среднем около 1/20 прочности при растяжении вдоль волокон. Наиболее важна прочность при сжатии вдоль волокон. Для всех изученных пород предел прочности при сжатии вдоль волокон составляет в среднем 450 кгс/см² [6].

Твердость древесины проявляется при обработке ее режущими инструментами, а также при эксплуатации изделий, подверженных истиранию и ударам. В зависимости от поверхности твердость подразделяется на торцевую, радиальную и тангенциальную [12].

Сухая сыпучая древесина обладает абразивными (шлифующими) свойствами. Шлифующие свойства ярко выражены у сухой и пересу-

шенной древесины твердых пород. По этой причине песчинкообразные, относительно крупные частицы опилок твердых древесных пород (бука, березы) применяются для чистки мехов в легкой промышленности. При помощи опилок можно быстро снять окалину с металла и отшлифовать его [12].

3.2.5. Эквивалентный диаметр частиц

При различных операциях с сыпучими отходами приходится рассчитывать те или иные технические процессы, например сушку, пневматическое транспортирование и др. В этих случаях большую роль играет размер частицы. Для удобства и упрощения расчетов форму частиц сы-

(1)

(3)

ответствующего шара.

Эквивалентный диаметр частицы определяют при помощи ситового анализа из соотношения (1), где $\mathbf{d}_{_{\mathrm{i}}}$ - средний диаметр отверстия сит; \mathbf{k} - число исходных фракций в слое по рассеву; х. - массовая доля фракции; di определяется по формуле (2), где $d_{_{^{\prime\prime}}}=\varphi d_{_{^{\prime\prime\prime}}}$ d, и d, определяют соответственно по размерам от-

етий проходного и непроходного сит. Если размеры частиц уже определены экспе- $d_{uu} = \sqrt{\frac{v_y}{0.524}}$ верстий проходного и непроходного сит. риментально и она резко отличается по форме от шара, эквивалентный диаметр частицы можно определить по формуле (3), где φ - коэффициент или фактор формы; $d_{\rm m}$ - диаметр шара, объем которого эквивалентен объему данной частицы.

Если объем данной частицы равен $V_{_{\!\scriptscriptstyle u}}$, то при $V_{_{\!\scriptscriptstyle m}}{=}V_{_{\!\scriptscriptstyle u}}$ диаметр шара равен (4).

Для шарообразных частиц φ =1, округлых φ =0,75, угловатых φ =0,66, продолговатых φ =0,58, пластинчатых φ =0,43 [11].

3.2.6. Парусность частиц сыпучих отходов

Под летучестью или парусностью частиц материала понимают их способность под действием газового потока перемещаться и витать в газовой среде. Этому способствуют небольшие размеры частиц и небольшая масса при относительно низкой влажности. Парусность частиц характеризуется скоростью витания, т.е. той минимальной скоростью газового потока, при которой эти частицы продолжают, не опускаясь, витать в газовой среде.

Скорости витания частиц сыпучих древесных отходов необходимо знать при аспирации помещений и машин, пневмотранспортировании, сушке этих отходов и др. Скорость витания зависит от толщины частицы: с уменьшением толщины

эта зависимость выражается слабее. $V_{_3}=0,14$ $\sqrt{\frac{\gamma_{_M}}{0,02+\frac{\varphi}{h}}} M/c$ для частиц толщиной от 0,4 мм и более можно пользоваться при определении скорости витания формулой

$$V_{_{3}} = 0.14 \sqrt{\frac{\gamma_{_{M}}}{\left(0.02 + \frac{\varphi}{h}\right)\gamma_{_{6}}}} M / c$$

С.Н. Святкова, где $\gamma_{_{\rm M}}$ - плотность древесины, кг/м³; $\gamma_{_{\rm R}}$ - плотность воздуха, кг/м 3 ; h - толщина частицы, мм; φ - для частиц с квадратным или округлым поперечным сечением $\varphi=1,1$; для частиц с прямоугольным поперечным сечением или близким к нему φ =0,9. [11].

3.2.7. Пирофорные свойства

При хранении измельченной древесины (опилок) в кучах возможно их самовоспламенение. Температура самовоспламенения опилок близка к 275°С. Взрывоопасность может возникнуть всюду, где имеется мелкая и сухая сыпучая древесина. Поэтому особо опасными в отношении пожара и взрыва являются сухие опилки и древесная пыль. Условиями для образования взрыва являются: определенная концентрация пыли в воздухе; наличие источников тепла, способных воспламенить взвешенную в воздухе пыль, а также скопление электростатических зарядов, присутствие в воздухе достаточного количества кислорода, расходуемого на полное сгорание аэросмеси [6]. Минимальная взрывоопасная концентрация древесной пыли в воздухе (нижний предел взрыва) 12,6 т/м³, а опилок -65 г/м³. Эти данные относятся к продукту, имеющему влажность 6,35%, а зольность 5,4%. С повышением влажности показатели повышаются, а со снижением зольности уменьшаются.

3.3. Состав и свойства отходов целлюлозно-бумажной промышленности

В настоящее время в России выработка основной части продукции целлюлозно-бумажного производства связана с использованием первичного сырья — древесины хвойных и лиственных пород. Технология подготовки древесины к основному циклу производства приводит к образованию кородревесных отходов.

3.3.1. Кородревесные отходы

Наружная поверхность ствола, сучьев, ветвей и корней покрыта слоем коры, выполняющей в процессе жизнедеятельности дерева ряд функций: защита от вредных воздействий солнечного излучения, микроорганизмов, перепадов температуры и влажности атмосферного воздуха. Отходы окорки составляют 10-15 % объёма стволовой древесины. Наибольшее количество коры содержится у лиственницы — до 25% объёма ствола.

На стадиях окорки и распиловки древесины образуется большое количество кородревесных отходов [13]. Количество коры, получаемой при окорке брёвен, зависит от их диаметра, породы, возраста дерева, места произрастания. Средние показатели содержания коры в зависимости от породы древесины представлены в таблице 3.5 [14].

 $\label{eq: Tafnula} Tafnula \ \ 3.5$ Содержание коры по основным породам древесины

Порода	Содержание коры в объёме ствола, %	Содержание коры по массе, отнесённое к 1 м ³ древесины ствола в кг/м ³ (при влажности 55 %)	Средняя плотность коры свежесрубленных деревьев, кг/м ³
Сосна	10-12	75-80	668
Ель	7-10	55-60	700
Берёза	13-15	130-140	815
Осина	14-15	135-140	865
Лиственница	18-25	160-180	-

Кора имеет более сложное строение, чем древесина. Кора состоит из двух слоев: внутреннего — луба и наружного — корки. Основными элементами луба, выполняющими проводящую функцию, являются ситовидные клетки (у хвойных пород) и ситовые трубки (у лиственных пород). Отмершие ситовидные элементы образуют непроводящий слой луба. Этот слой включает до 17 % живых паренхимных клеток. Паренхимные клетки содержат резервные питательные вещества, танниды и воду. Внешняя кора (корка) состоит в основном из пробки — защитного слоя, образованного пробковыми клетками. Оболочки пробковых клеток пропитаны особым химически стойким веществом — суберином, делающим их непроницаемыми для газов и воды. В полостях клеток содержится только воздух. Снаружи кора покрыта отмершей тканью с глубокими трещинами и бороздами, разрывами и чешуйками. У некоторых пород (у березы) гладкая поверхность пробковой ткани сохраняется в течение всей жизни. Из-за неоднородного строения коры и различий в толщине корки и луба ее механические свойства даже для одной и той же породы древесины колеблются в больших пределах.

Механические свойства коры зависят в основном от ее структуры и влажности. Так, при влажности менее 16 % кора представляет собой хрупкий материал, который легко ломается вдоль и поперек волокон, при влажности более 30 % кора становится пластичной. Химический состав корки и луба различен. В лубе содержится больше экстрактивных веществ, уроновых кислот и пентозанов, но меньше лигнина по сравнению с коркой. Химический состав кородревесных отходов изменяется в зависимости от сроков их хранения на короотвалах [1, 14].

3.3.2. Шлам-лигнин

В ходе очистки производственных сточных вод осадок из первичных отстойников обезвоживается механическим способом с образованием твердого осадка — скопа, влажностью 80%. Скоп имеет следующий компонентный состав: органические вещества — 26,5%, минеральные вещества (зола) — 7,8%, вода — 65,7%.

Шлам-лигнин содержит 70-80% органического вещества (соединения лигнина), 20-30% минеральных веществ и незначительные количества активного ила. Лигнин является сложным многофункциональным полимером нерегулярного строения. Вследствие сетчатой структуры лигнин не растворяется в растворителях без разрушения определенной части межзвенных связей. При химической переработке древесины с целью получения целлюлозы лигнин претерпевает существенные структурные изменения. В ходе сульфитных варочных процессов происходит разрыв лабильных а-эфирных связей и замещение бензилспиртовых гидроксильных групп на сильнополярные сульфоновокислотные группы, кроме того появляются новые углерод-углеродные связи. При сульфатной варке основным направлением деструкции лигнина является разрыв β-эфирных связей. Чему предшествует удаление бензилспиртовых гидроксильных групп. Результатами расщепления эфирных связей становится повышение доли фенольных гидроксильных групп и возникновение непредельных группировок [13, 15].

Вследствие протекания конкурирующих реакций межмолекулярной и межзвеньевой конденсации в лигнине увеличивается доля углеродуглеродных связей. Сульфатные лигнины представляют собой достаточно полидисперсные системы; они не растворяются в воде, но растворяются в щелочных растворах и некоторых органических растворителях.

Глава 4. АНАЛИЗ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ И ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

4.1. Анализ материальных потоков

4.1.1. Введение в АМП

Анализ материальных потоков, или АМП (англ. Material flowan alysis, MFA) — это изучение потоков и аккумуляции природных ресурсов или материалов в конкретной системе. Это обследование материалов, поступающих в систему, аккумуляции и потоков внутри системы и конечных продуктов на выходе в другие системы. Это понятие соединяет источники, пути и трансформации, промежуточные и конечные стоки материалов и веществ.

Изучение материальных потоков может касаться любого набора материалов (OECD, 2008), и включает следующие основные моменты:

- 1) все материалы, входящие и выходящие из национальной экономики;
- 2) промышленный уровень, уровень предприятия, уровень продукта, начиная от групп продуктов и заканчивая конкретными товарами;
- 3) определенные материалы и вещества, начиная с национального и заканчивая местным уровнем;
 - 4) набор спецификаций.

Таким образом, АМП может применяться для изучения потоков материалов в пределах глобальной экономики, экономики региона или страны, территории, муниципалитета или города, внутри природного объекта, такого как бассейн реки или экосистема, в рамках определенной отрасли или промышленного объекта, такого как компания или завод. Обзор потенциальных объектов, подходов и инструментов, охватываемых АМП, приведен в таблице 4.1 (OECD, 2008).

На каждом из этих уровней АМП помогает оценить потоки природных ресурсов и материалов, а также связанные с ними экономические и экологические последствия. Он позволяет:

- (а) определить источники экологического стресса,
- (b) определить риски истощения ресурсов и срыва поставок,
- (c) определить недостаточное использование природных ресурсов, энергии и материалов, а также возможности для его эффективного и продуктивного увеличения,

(d) сформулировать пути управления, контроля и сокращения неблагоприятных экологических воздействий от использования ресурсов. Все это имеет большое значение во многих отраслях и бизнес-стратегиях, особенно в контексте экономических и технологических изменений, когда требуется использовать ресурсы с максимальной экономической и экологической эффективностью.

Таблица 4.1 Типы анализа материальных потоков и связанные с ним проблемы (OECD, 2008).

Про- блема	Специфические проблемы, связанные с экологическим воздействием, бесперебойностью снабжения, технологическими разработками внутри отдельных видов бизнеса, экономической деятельности, стран, регионов связанные с		Общие экологические и экономические проблемы, связанные с производством веществ, материалов, готовых продуктов на уровне			
Объект	Вещества-	Матери-	Продук-	Бизнеса	Экономи-	Страны,
изуче-	МИ	алами	тами		ческой дея-	региона
ния					тельности	
	хими- ческие элементы или со- единения	сырье, полуфа- брикаты	(готовая продукция) батарейки, автомобили, компьютеры, ткани	учреж- дения, предпри- ятия	добыча, потребление, химическая промышленность, производство железа и стали	полный комплекс материа-лов, группа материалов, отдельный материал
Тип	Анализ	Систем-	Оценка	Анализ	Анализ	Анализ
анализа	ПОТОКОВ	ный	жизненного	матери-	входящих и	материаль-
	веществ	анализ	цикла	альных	выходящих	ных потоков
		материа- лов		потоков бизнес	потоков	на уровне экономики
		106		уровня		JROHOMIKII

Основным принципом любого анализа материальных потоков является хорошо известный принцип сохранения материи (входящий поток равен выходящему потоку). Концепция АМП возникла в 20 веке и развилась в инструмент анализа и балансирования входящих и выходящих потоков в различных областях. Первые исследования в сфере сохранения ресурсов и экологического менеджмента появились в 1970-х гг. Из-

начально такой анализ использовался в двух сферах: метаболизм городов и анализ путей загрязнения в регионах (водоразделы или городские поселения). В последующие десятилетия АМП стал распространенным инструментом во многих областях, среди которых контроль процессов, управление отходами и сточными водами, регулирование питательных веществ в сельском хозяйстве, управление качеством воды, сохранение и восстановление ресурсов, разработка продуктов, оценка жизненного цикла (ОЖЦ) и др. (Brunnerand Rechberger, 2004).

В этом кратком обзоре речь пойдет в основном об использовании данной концепции в промышленности и в бизнесе в отраслях, связанных с управлением ресурсами и отходами.

4.1.2. Методология АМП

 ${\rm AM\Pi}$ обязательно включает в себя следующие основные шаги (Hendriksetal., 2000):

- 1. Определение целей и вопросов исследования.
- 2. Описание системы.
- 3. Сбор данных.
- 4. Балансирование материалов и моделирование сценариев.
- 5. Презентация и оценка результатов.

Определение целей и вопросов исследования. Пример цели и вопроса: определить материальные потоки промышленной компании или конкретной технологии управления сточными водами с целью определения потенциала оптимизации.

Описание системы предполагает:

- (а) определение временных и пространственных границ изучаемой системы:
- (b) определение основных значимых процессов, отбор наиболее важных товаров и веществ.

Пространственные границы определяются границами применения проекта (баланс азота в регионе, АМП электростанции и т.п.). АМП применим к объектам любого пространственного или временного масштаба — как к отдельно взятому обрабатывающему заводу в течение дня, так и к большому городу или стране в течение года.

Вещества — это химические элементы или соединения, связанные с конкретными экологическими проблемами (например, тяжелые металлы, хлорированные химические соединения, CO_2). Товары — это вещества, либо смеси веществ, имеющие экономическую ценность (дерево, вода, цемент, пластик, автомобили, осадок сточных вод и т.д.).

Отбор материалов и веществ зависит от целей исследования. Целью может быть определение потока одного или нескольких веществ как ресурсов и/или с точки зрения их экологического воздействия (например, редкоземельные металлы, питательные вещества и т.д.). Важно сократить число параметров в АМП насколько это возможно. Опыт показывает, что многие антропогенные и природные системы можно грубо охарактеризовать в АМП малым числом веществ — от 5 до 10 (BrunnerandRechberger, 2004).

Превращения, транспортировка или хранение материалов представляют собой процессы. Информация о материальных потоках берется из литературы или других источниках, в частности, из отчетов компании или государственных органов. Данные также можно получить через экспертов или государственные агентства. Опыт показывает, что системы, включающие более 15 процессов (кроме импорта и экспорта) оказываются излишне сложными (Brunnerand Rechberger, 2004). На практике аккумуляция материалов (запас) в системе часто рассчитывается по разности между входящим и выходящим потоком.

Сбор данных включает в себя определение массовых потоков, запасов и концентраций. Массовые потоки товаров и концентрации веществ в этих потоках определяются путем измерений, изучения внутренних учетных данных компании, маркетинговых исследований, статистических данных, экспертных оценок, наилучших оценок, опросов и т.д. Измерение массовых потоков товаров и концентраций веществ может быть довольно дорогостоящим в случае больших систем. Поэтому измерения обычно производятся в меньших системах (обрабатывающий завод, компания и т.д.).

<u>Баланс материалов и моделирование сценариев.</u> После расчета потоков веществ и запасов более детально рассматриваются моменты, вызвавшие неопределенность. Баланс материалов осуществляется в тех процессах, где нет данных относительно использования принципа сохранения массы. Запасы часто рассчитываются по разнице между входящим и выходящим потоком. Моделирование различных сценариев бывает нужно для оценки воздействия различных мероприятий на запасы и потоки с точки зрения экологической нагрузки или их использования как ресурсов.

Процедуры необходимо оптимизировать итеративно. В целом рекомендуется начинать с приблизительных оценок и предварительных результатов, а затем непрерывно совершенствовать систему до достижения необходимой точности данных.

Презентация и оценка результатов. Хорошим способом визуализации результатов является диаграмма, включающая все процессы, запасы, материальные потоки, импорт и экспорт (входящие и выходящие потоки) системы. В качестве примера здесь приведен АМП муниципальной системы управления твердыми отходами на уровне города (Рис. 4.1). Диаграмма составлена при помощи компьютерной программы STAN1¹. Важность (ценность) потока показана толщиной. Необходимо указать оценку всех потоков и запасов (например, т/год и т, соответственно), а также импорт и экспорт через границу системы. Синим, выделены потоки и процессы, которые содержат исходные данные, черные и красные потоки рассчитаны программой STAN. Красные потоки показывают выбросы от процессов управления отходами.

Результаты АМП являются отправной точкой в анализе и оценке системы. Они могут быть интерпретированы и проверены на соответствие экологическим стандартам в соответствующей области (строительство, качество материалов, правила техники безопасности, нормы выбросов и т.п.). Либо оценены при помощи других технологий, например, оценка экологического воздействия, методика Material Intensityper Unit Service (MIPS) (дословно «материальная интенсивность на единицу услуги»), экологический след, оценка жизненного цикла, методика Costand Benefitanalysis и т.д. Выбор метода оценки результатов АМП зависит от целей исследования.

Методика Material Intensityper Unit Service (MIPS) позволяет измерить общий массовый поток материалов в рамках производства, потребления (например, ремонта) и складирования/переработки отходов, услуги или продукта. Примерами услуг в данном случае являются: стрижка волос, цикл мойки в посудомоечной машине, одна тонна переработанных отходов. Общий массовый поток услуги может состоять из минералов, руд, ископаемого топлива, воды, воздуха, биомассы. То есть MIPS использует оценку в рамках всего жизненного цикла, а также учитывает "скрытые" потоки, связанные с услугой. Такой "экологический рюкзак" включает ту часть входящих материалов, которая не включается в продукт или в материалы, непосредственно относящиеся к услуге. Например, материальная интенсивность 1 т меди с первичного производства составляет 350 т абиотических материалов, 365 т воды и 1.6 т воздуха (Brunnerand Rechberger, 2004).

¹ STAN — свободное программное обеспечение, разработанное для поддержки процедур АМП (www.stan2web.net/)

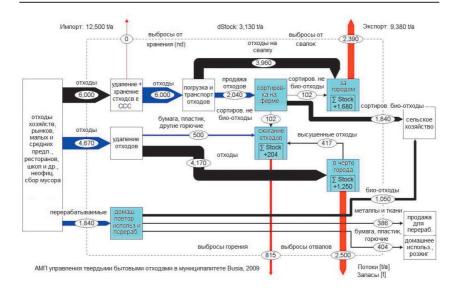


Рисунок 4.1 Пример иллюстрации АМП системы управления твердыми бытовыми отходами (Lederer, 2011)

Оценка жизненного цикла (ОЖЦ) — это метод определения экологического воздействия продуктов, процессов или услуг в течение жизненного цикла. Жизненный цикл включает получение сырья, производство, использование, утилизацию, переработку и удаление отходов. ОЖЦ используется для сравнения экологического воздействия различных продуктов (например, холодильников) и технологий (например, технологий переработки мусора или систем хранения отходов). ОЖЦ будет подробно обсуждаться в следующей главе.

4.1.3. Применение АМП

Примерами применения АМП являются учет материальных потоков и определение показателей использования материалов разными сообществами, экосистемами и производствами; развитие стратегий улучшения систем материальных потоков в форме управления материальными потоками. Примеры использования АМП в технических науках: экологический менеджмент и инженерия, промышленная экология, антропогенный метаболизм, управление отходами и ресурсами (Brunnerand Rechberger, 2004). Прямое управление потоками часто затруднено и тре-

бует масштабной программы отбора проб, так что $AM\Pi$ может быть более экономичной альтернативой. Далее будут кратко обсуждены некоторые сферы применения $AM\Pi$.

4.1.3.1. Сферы применения

Экологический менеджмент и инженерия

Экологическая инженерия изучает потоки веществ в воде, воздухе и почве и реализует мероприятия по предотвращению загрязнений. Это требует глубокого понимания существующих потоков и запасов материалов внутри системы, а также между системой и окружающей средой/атмосферой. Целью является обеспечение адекватных мер в отношении приоритетных источников и путей, эффективных как в финансовом, так и в техническом отношении. Примеры применения АМП в экологическом менеджменте включают экологическую отчетность, восстановление загрязненных участков, разработку стратегий контроля загрязнения воздуха, управление сточными водами.

Промышленная экология

Современная промышленная система истощает ресурсы и перегружает окружающую среду отходами и выбросами. Промышленная экология ставит своей целью создание устойчивых промышленных систем, которые характеризуются минимальным физическим обменом с окружающей средой, оптимизированными материальными циклами (внутренними материальными циклами) и возобновляемыми потоками энергии.

Балансирование материалов считается основным инструментом поддержки промышленных экосистем. АМП может применяться для контроля путей использования материалов, создания циклических промышленных практик, дематериализации выходящих потоков, оптимизации использования энергии, балансирования входящих и выходящих потоков. Оценка может касаться материалов на "уровне товаров", например, носители энергии, минеральные строительные материалы, сталь, удобрения. И оценка может касаться материалов на "уровне веществ", например, уголь, железо, алюминий, азот, фосфор, кадмий.

Применение закрытых циклических материальных потоков (например, промышленный симбиоз) требует контроля состава отходов, которые предполагается использовать как сырье в дальнейшем, так как циклические процессы потенциально могут аккумулировать загрязняющие вещества (например, использование загрязненной золы уноса в производстве цемента).

Дематериализация может достигаться путем предоставления функций или услуг вместо продуктов, продления срока службы продуктов

или производства более легких товаров. АМП может использоваться для проверки того, успешно ли применяется на практике концепция дематериализации (например, офис без бумаги).

Управление ресурсами

Управление ресурсами включает анализ, планирование и распределение, эксплуатацию и обновление ресурсов (природных ресурсов - минералов, воды, воздуха, почвы, земли и биомассы; антропогенных ресурсов - материалов, энергии, информации и рабочей силы). АМП имеет первостепенную важность в анализе и планировании ресурсов. Он является основой для моделирования потребления ресурсов и изменений в запасах, поэтому он важен для прогноза истощения ресурсов и их скрытых резервов. Это может быть медленное истощение доступного фосфора в сельскохозяйственных почвах в связи с недостатком необходимых удобрений, или это могут быть незаметно накопившиеся на полигоне ценные металлы в составе золы. АМП показывает потребность в конечных стоках и перерабатывающих мероприятиях, он помогает разрабатывать стратегии переработки и складирования.

Управление отходами

Управление отходами преследует две основные цели:

- охрана общественного здоровья и окружающей среды;
- сохранение ресурсов.

Эффективное управление отходами начинается с хорошего знания материальных потоков, входящих, выходящих и происходящих внутри системы управления отходами. Для этой цели АМП является очень полезным инструментом.

АМП может использоваться для определения элементного состава отходов и определения лучшей технологии переработки/обработки для данного потока отходов или планирования и разработки новых объектов обращения с отходами. АМП в области управления отходов сосредотачивается на товарах (бумага, пластик и т.д.) и на веществах в их составе. Элементный состав материала определяет, пригоден ли он для переработки. Предотвращение потенциальных выбросов или накопления опасных веществ является крайне важным для многих процессов, связанных с отходами: например, сжигание или управление фильтратом полигонов. Процесс переработки сам по себе также может способствовать накоплению загрязняющих веществ в товарах (например, увеличение содержания тяжелых металлов в перерабатываемом пластике). Однако для проведения АМП веществ потребуются значительные усилия.

АМП также может способствовать разработке других продуктов, лучше поддающихся обработке или переработке по истечении срока службы, когда они становятся «отходами» (продукт может быть изначально разработан с учетом дальнейшей обработки или переработки). Общий материальный баланс на основе АМП показывает, достигаются ли поставленные цели, и определяет процессы и потоки, обладающие наибольшим потенциалом для улучшения.

Подход АМП используется в методологии Integrated Solid Управление отходами (ISWM), изложенной в программе ООН-Хабитат. Графическая иллюстрация АМП позволяет очень наглядно визуализировать материальные потоки отходов, конечные продукты и выбросы. Таким образом, АМП является полезным инструментом поддержки принятия решений и позволяет сформулировать стратегии оптимизации системы управления отходами.

4.1.3.2. АМП на уровне индустрии или компании

При применении на уровне индустрии АМП предоставляет более дифференцированное информационное отслеживание и более детализированный анализ материальных потоков внутри экономики, различающий не только категории материалов или отдельные материалы, но также отрасли или направления производства (ОЕСD, 2008). Это дает более сфокусированный анализ проблем, учитывающий особенности материала, отрасли или направления. Такой анализ служит специфической поддержкой принятия решений и управления в отношении материала, отрасли или направления.

Информация о материальных потоках на уровне индустрии особенно полезна для отслеживания структурных изменений на макро- и глобальном уровне, мониторинга разработок в ресурсной продуктивности и экологической эффективности, а также для поддержки принятия решений на этих уровнях. Она помогает выявить потерю материалов, источники загрязнения и возможности повышения эффективности в определенных секторах. Это наиболее важно для формирования политики и принятия решений в таких областях, как комплексная политика в отношении продукции, политика в области энергетики и климатических изменений (контроль выбросов воздуха и парниковых газов (green house gas, GHG), мероприятия по энергоэффективности), управление водными ресурсами, политика комплексного управления отходами или устойчивое управление материалами.

При применении на местном уровне или не уровне компании/бизнеса АМП предоставляет детальную информацию для процесса принятия специфических решений в бизнесе (компания, фирма, завод) или на местном уровне (город, муниципалитет, экосистема, ареал обитания, бассейн реки), либо в отношении определенных веществ или конкретных продуктов. Он дает сфокусированный анализ проблемы в отношении конкретной фирмы, завода или территории, вещества или продукта, который может быть использован для поддержки принятия решений и управления относительно фирмы, территории или материала, а также для мониторинга и регулирования экономической и экологической эффективности на этом уровне.

АМП бизнес-уровня и местного уровня позволяет отслеживать категории материалов или конкретные материалы либо группы веществ или отдельные вещества, а также изучать материальные потоки, создаваемые производством и использованием отдельных продуктов. На этом уровне АМП очень важен для формирования специфической политики и принятия решений в таких областях, как здравоохранение, управление химикатами, отходами и материалами, а также политики комплексного предотвращения и контроля загрязнений (Integrated Pollution Preventionand Controlpolicy, IPPC).

Мониторинг материальных потоков местного уровня и бизнес-уровня Информация о материальных потоках, получаемая путем АМП или массового баланса бизнес-уровня полезна для мониторинга развития продуктивности ресурсов и экологической эффективности на уровне компании или завода. Это поддержка для применяемой политики и решений в таких сферах, как политика в отношении продукции, энергоэффективность, комплексное управление отходами, устойчивое управление материалами, IPPC; она помогает формировать корпоративную стратегию инвестирования и выбросов и осуществлять мониторинг доступности критических ресурсов и уязвимости компании или завода для перебоев и цепи поставок (ОЕСD, 2008).

АМП на уровне компании или завода может быть сравнительно простой в зависимости от целей, для которых используется эта информация. Компании могут легко использовать свою финансовую и другие информационные системы для отслеживания стоимости и входящего потока сырья, энергии и труда, так же как и выходящего потока товаров, услуг и отходов, что позволяет понять и улучшить ресурсную продуктивность и экоэффективность.

Как бы то ни было, а практический опыт подробного АМПмониторинга конкретных материалов в цепи поставок обнаруживает некоторые ограничения, возникающие на бизнес-уровне. Это связано со сложностью цепей поставок и низкой доступностью определенных данных, в частности, при отслеживании материалов далее в цепи, где они становятся частью материалов и где необходимо оценить и вычислить содержание материала для разных категорий товаров путем моделирования. В связи с этими ограничениями, для определенных материалов сложно четко установить направления ресурсной эффективности и продуктивности на бизнес-уровне.

Примеры вопросов, на которые можно ответить путем мониторинга потоков материалов:

- Каковы требования к сырью для использования материалов полного цикла? Каковы входящие потоки в этом производстве? Какой объем далее трансформируется? Во что?
- Насколько эффективно используется материал в системе? Как много его используется или запасается и где? Какое количество становится отходами, какое количество перерабатывается, какое количество складируется?
 - Какая доля материала попадает обратно в окружающую среду?
- Где такие выбросы создают экологическое давление? Можно ли улучшить систему менеджмента и снизить давление?

Мониторинг избранных веществ: Учет и анализ потоков веществ

Анализ потоков веществ (АПВ) количественно оценивает пути определенных химических веществ и соединений (например, хлора, серы, ртути, нитратов) внутри конкретной системы. АПВ предоставляет информацию для поддержки управления и контроля веществ, о которых уже определенно известно, что они создают некие экологические проблемы или угрозу человеческому здоровью и которые требуют дальнейшего, более глубокого анализа с целью определить экологические "горячие точки" в течение жизненного цикла продукта или определенного вещества. АПВ оказывается особенно полезным на микроуровне (т.е. на уровне компании). АПВ обычно фокусируется на тех процессах, которые производят больше всего данных веществ. Информация, предоставленная АПВ, поддерживает, к примеру, внедрение политики, связанной с контролем химических веществ (например, контролем опасных веществ, тяжелых металлов, оценкой рисков) или контролем выбросов и сбросов конкретных загрязнителей (например, контролем выбросов воздуха и парниковых газов). Он помогает разрабатывать и совершенствовать проводимые мероприятия и определять наиболее эффективные меры для решения проблемы (ОЕСО, 2008).

Примеры вопросов, ответы на которые могут быть найдены при помоши АПВ:

- Где и как проходит основной поток вещества X в данной системе?
- Какое количество вещества X содержится в долговечных товарах или в отхолах?

- Где есть потенциал использования вещества X более эффективно в техническом процессе?
 - Где можно заменить вредное вещество?
- Где экологические «горячие точки» вещества в течение его жизненного цикла?

<u>Мониторинг материальных требований к продуктам.</u> <u>Инвентаризация и оценка жизненного цикла</u>

Анализ материальных потоков также является базой для оценки жизненного цикла (ОЖЦ), широко распространенного инструмента поддержки принятия решений в экологической политике в отраслях, касающихся той или иной продукции. ОЖЦ позволяет анализировать экологические проблемы, связанные с определенными продуктами, и их причины; сравнивать экологическую нагрузку разных продуктов и технологий; разрабатывать новые продукты с повышенной ресурсной эффективностью и сниженным экологическим следом. Инвентаризация жизненного цикла (ИЖЦ) — это фаза ОЖЦ, в которой все материальные и энергетические потоки, связанные с жизненным циклом продукта, систематически регистрируются. Входящие и выходящие материальные потоки, связанные с определенным функциональным объектом, объединяют однородные материалы, создающие определенный уровень экологического давления. Более подробно цели и процедуры ОЖЦ представлены в следующей главе.

4.1.3.3. Программное обеспечение для АМП

Программа STAN (www.stan2web.net/) специально разработана для поддержки процедур АМП. Это свободное программное обеспечение, которое предоставляет набор готовых графических инструментов для визуализации материальных потоков, процессов и границы системы.

4.2. Оценка жизненного цикла

4.2.1. Введение в ОЖЦ

Начиная с 1980-х гг. экологический анализ продуктов приобрел актуальность, так как потребители начали запрашивать информацию об экологических последствиях потребления (Hauschildand Barlaz, 2011). В настоящее время инженеры, разработчики и экологические менеджеры рассматривают экологическую составляющую продуктов в аспекте жизненного цикла, принимая во внимание не только состав или обработку продукта, но и в целом физический жизненный цикл продукта, от сырья до окончания срока использования. С этой целью разработана методика оценки жизненного цикла (ОЖЦ). Серия международных стандартов

ISO 14040 определяет ОЖЦ как «метод определения экологического воздействия продукта, процесса или услуги в течение жизненного цикла».

ОЖЦ предоставляет экологический анализ продуктов и процессов в перспективе всего жизненного цикла и помогает определить все экологическое давление, возникающее в течение жизненного цикла (добыча ресурсов, обработка, использование, переработка, обращение с отходами). Такой анализ дает информацию об экологической нагрузке продукта и ресурсной интенсивности, определяет наиболее значимую фазу жизненного цикла продукта с экологической точки зрения. Эта информация является базовой для процессов управления и контроля в отношении продукта. Анализ помогает выделить возможности снижения экологического давления в течение жизненного цикла продукта. Он может послужить основой для перехода к более экономному использованию, переработке, замене сырья и экологически вредных материалов. Дополнительная информация (например, о технологических процессах, затратах и т.п.) помогает определить участки, на которых оптимизация наиболее эффективна.

ОЖЦ обычно фокусируется на потреблении ресурсов и воздействии на здоровье людей и окружающую среду. Могут рассматриваться самые разные категории воздействий, от климатических изменений, вследствие выбросов парниковых газов, до причинения вреда здоровью людей в связи с высвобождением токсичных веществ и воздействия на окружающую среду, вызванного физическими изменениями в почве. В то время как другие инструменты экологического анализа, такие как анализ экологических рисков (environmental risk assessment, ERA) и оценка экологического воздействия (environmental impact assessment, EIA) фокусируются на отдельных процессах или объектах, ОЖЦ обычно целиком охватывает систему взаимосвязанных процессов, которые часто расположены в разных местах.

Несмотря на то, что ОЖЦ изначально разрабатывалась для оценки систем продуктов, она также применима для изучения других типов систем и процессов, например, систем управления отходами. Начальная точка для ОЖЦ — это определение функциональной единицы изучаемой системы. Также необходимо определить, является ли главным объектом изучения продукт (например, упаковка для 1 л напитка) или система обслуживания (например, сбор и обработка 1 т бытового мусора).

Данный обзор в основном рассматривает ОЖЦ для оценки экологических воздействий (ОЖЦ). Тем не менее, стоит отметить, что существуют и другие типы методологий ОЖЦ, и в ближайшее время они, возможно, найдут более широкое применение:

Life cycle costanalysis (LCC) (анализ по затратам жизненного цикла): направлен на интеграцию экономического анализа с ОЖЦ (Norris, 2001; Cirothetal., 2008)

Social life cycle assessment (SLCA) (социальная оценка жизненного цикла): новая методология, основанная на принципах ОЖЦ и включающая социальный и социо-экономический аспекты процесса производства (Wuet.al, 2014; UNEP, 2009)

LCA oforganisations (ОЖЦ организаций, О-ОЖЦ): новая методология, оценивающая потенциальные экологические воздействия организации и ее продукции. (UNEP, 2015).

4.2.2. Методология ОЖЦ

Когда идет речь об анализе в перспективе жизненного цикла, это означает, что изучаемые системы обычно довольно сложны и ОЖЦ включает в себя их всестороннюю оценку. В 1980-х гг., когда метод ОЖЦ только появился, в европейских странах был проведен ряд исследований для сравнения различных вариантов систем упаковки для молока. И хотя эти исследования сравнивали более или менее одинаковые технологии упаковки и пытались ответить на одни и те же вопросы (подлежащие возврату стеклянные бутылки или одноразовая тетрапак-упаковка), они выдавали разные заключения в отношении того, какой из видов упаковки оказывает наименьшее экологическое воздействие. Причина заключается в сложности систем. В некоторых случаях анализ учитывал экологическое воздействие от производства электричества, используемого в производстве упаковки, в других — нет. Для некоторых технологий были доступны свежие данные, для других это была информация, возможно, десятилетней давности (Hauschildand Barlaz, 2011).

Хотя работа по унификации методики ОЖЦ продолжается до сих пор, минимальные требования по использованию ОЖЦ и его основных элементов уже определены в стандартах ISO 14040 и ISO 14044 (ISO, 2006), а также в руководствах, изданных International Reference Life Cycle Data System (ILCD) (JRC-IES, 2010). Согласно этим руководствам, ОЖЦ состоит из четырех основных шагов:

- 1. Определение цели и области применения: Определение параметров исследования.
- **2. Инвентаризационный анализ:** Проведение инвентаризации входящих и выходящих потоков для всех процессов жизненного цикла продукта (Инвентаризация жизненного цикла, англ. Life Cycle Inventory, LCI).
- **3.** Оценка воздействия: На основе результатов инвентаризационного анализа подготовка профиля экологических воздействий и потре-

бления ресурсов для системы, связанной с продуктом. (Оценка воздействия жизненного цикла, ОВЖЦ – Life Cycle Impact Assessment, LCIA)

4. Интерпретация: Анализ профиля экологических воздействий и потребления ресурсов в соответствии с целью и областью применения исследования.

Эти шаги далее описываются на основе (Hauschildand Barlaz, 2011) в контексте управления отходами.

4.2.2.1. Определение цели и области применения

Определение цели включает в себя определение конечной задачи исследования и процесс принятия решений в отношении охраны окружающей среды, для которых требуется поддержка. ОЖЦ обычно используется для сравнения, а не для формирования абсолютных утверждений. Таким образом, определение цели часто предлагает сравнительную оценку двух или более альтернативных систем.

В контексте управления отходами цель ОЖЦ может состоять в том, чтобы менеджеру по бытовым отходам сравнить различные виды обработки пластиковых отходов с тем, чтобы муниципальные власти определили, какой способ имеет самое низкое обще воздействие на окружающую среду и ресурсную базу. Фаза интерпретации ОЖЦ может также использоваться для определения того, что является причиной экологического воздействия технологии и использовать эту информацию для улучшения технологии.

В любом ОЖЦ географический контекст и его важность (например, доступная инфраструктура, состав отходов, осведомленность населения, имеющееся законодательство по обработке отходов, доступные технологии обращения с отходами и т.д.) имеют критическое значение и должны рассматриваться при интерпретации результатов исследования. Результаты обычно не могут быть применены непосредственно в другом контексте, и при экстраполяции за пределы изучаемого контекста необходимо проявлять осторожность. Определение цели исследования должно также отражать спектр решений, которые могут быть сделаны на основе данного исследования в его области применения.

Цель исследования также может предписывать один из двух возможных подходов к моделированию: прямой подход (включающий мониторинг и учет с целью составления картины воздействий исследуемой системы в том виде, как она есть) или косвенный подход (анализ последствий изменений в системе с целью поддержки решений в отношении того, менять систему или нет). Например, путем моделирования использования биотоплива при помощи косвенного подхода оценива-

ются последствия на рынке сельскохозяйственных культур или в сфере использования земли, а в рамках прямого подхода система оценивается, как она есть. Выбор подхода к моделированию повлияет на следующий шаг — сбор информации для инвентаризации процесса.

При определении области применения ОЖЦ должны рассматриваться следующие вопросы (Hauschildand Barlaz, 2011):

- Объект исследования (функциональная единица).
- Границы системы.
- Применяемые критерии оценки.
- Временные рамки исследования.
- Технологии, представляющие различные процессы.
- Выделение процессов с более чем одним входом или выходом (многофункциональных процессов).

Объект исследования, или функциональная единица

На первой стадии объект ОЖЦ определяется путем назначения функциональной единицы (например, 1 м² солнечной батареи или 1 кг железа). Для чистоты результатов очень важно, чтобы исследуемые системы выполняли одинаковые функции для пользователя, поэтому функциональная единица часто относится к услугам, предоставляемым пользователю. В исследовании упаковки, сравнивающем тетрапак-упаковку и многоразовые стеклянные бутылки для молока, функциональная единица может быть определена как "упаковка для 1000 литров молока". Такое определение позволяет установить количество разных оцениваемых упаковочных материалов, например, 1000 однолитровых картонных коробок против 40 однолитровых стеклянных бутылок при условии, что бутылки можно повторно использовать 24 раза. В этом случае действия, необходимые для повторного использования бутылок 24 раза, включая сбор и мытье пустых бутылок, являются частью системы.

Для ОЖЦ системы управления отходами функциональная единица исследования может включать информацию о (Hauschildand Barlaz, 2011):

- Количество отходов, подлежащих управлению.
- Состав отходов.
- Время, затрачиваемое на обращение с отходами.
- Качество управления отходами (нормы выбросов, требования к остаточным продуктам).

Типичный пример функциональной единицы в системе управления отходами — это переработка 1 т твердых бытовых отходов разными способами (переработка, сжигание, складирование на полигонах).

Функциональная единица используется как основа для последующего сбора данных о входящих и выходящих потоках при инвентаризационном анализе. Все входящие и выходящие материалы каждого процесса связаны с выбранной функциональной единицей.

Границы системы

Границы системы устанавливаются для того, чтобы охватить все значимые этапы жизненного цикла, процессы и потоки. Например, должно учитываться получение сырья, основные стадии производства и переработки, транспортировка, производство и использование топлива, электричества и тепла, фаза использования продукта, удаление отходов, их переработка, а также изготовление, поддержка и списание основного оборудования. Дополнительные операции, такие как освещение и обогрев в промышленных зданиях, также могут быть включены в анализ.

Управлением отходами часто пренебрегают или его сильно упрощают при анализе воздействий, оказываемых продуктом в течение его жизненного цикла. ОЖЦ продукта обычно сосредоточена на стадиях производства и использования, а отходы часто рассматриваются как выходящий поток рассматриваемой системы, и его воздействия уже не рассчитываются. Однако, для ОЖЦ в сфере управления отходами продукты, чей срок службы окончен, являются основным объектом исследования. Как показано на рисунке 4.2., из-за этого границы системы при ОЖЦ продукта и ОЖЦ отходов будут разными.

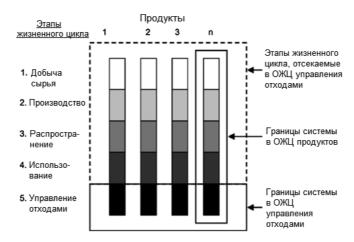


Рис. 4.2. Границы LCI продукта (вертикальный анализ) и LCI твердых отходов (горизонтальный анализ) на основе Whiteetal. (1995) (Hauschildand Barlaz, 2011)

Определение границ системы в отношении систем управления отходами означает определение жизненного цикла отходов, которые входят в систему, и все процессы и действия по управлению отходами, которые включены в исследование. С этим связана дилемма ОЖЦ: бесконечность системы продукта. Например, если система управления отходами зависит от электричества, производимого угольной электростанцией, выбросы и добыча ресурсов, связанная с выработкой необходимого электричества, должна включаться в систему управления отходами. В дополнение к прямым выбросам электростанции, пропорциональная часть экологического воздействия от строительства электростанции (например, от производства стали, необходимой для строительства электростанции, и от строительства металлургического завода, который производит эту сталь, и так далее) должны быть поставлены в связь с продуктом. Аналогичным образом, если система управления отходами вырабатывает электричество, те же соображения применяются с отрицательным знаком. Если учитывать все фоновые процессы, система управления отходами быстро разрастается и начинает охватывать все виды человеческой деятельности, и провести инвентаризацию для такой сложной системы становится невозможно. Чтобы решить эту проблему, в анализ необходимо включать только наиболее важные процессы; чтобы решить, какие процессы важны, необходимо провести анализ чувствительности, который определит, какие стадии наиболее значимы в отношении экологических воздействий. Критерий отброса устанавливается, когда потоки на определенном уровне исключаются из модели. Например, если критерий составляет 90% всего экологического воздействия, то анализируемые потоки создают по крайней мере 90% экологического воздействия (Hauschildetal., 2009а).

Процессы и действия в системе управления отходами обычно включают все виды деятельности, необходимые для сбора и обращения с отходами и перерабатываемыми материалами, включая собственно сбор, обработку, переработку и вывоз. Технические единицы могут включать транспортные средства для сбора, оборудование для восстановления материалов (materialrecoveryfacility, MRF), компостный и мусоросжигательные заводы, полигон для отходов от сжигания, а также фабрику по производству новых продуктов из материалов отходов.

Для сравнения систем управления отходами могут быть важны следующие аспекты на различных этапах жизненного цикла:

- Добыча сырья: Некоторые процессы переработки отходов генерируют электричество, теплоэнергию или вторичные материалы, которые могут заменить природные ресурсы, такие как топливо, древесина, же-

лезо, сталь, алюминий и гравий. Например, производство энергии при переработке мусора предотвращает генерацию энергии на традиционных электростанциях и соответствующие выбросы.

- Производство: Стадия производства в системе управления отходами включает в себя все процессы, связанные с превращением ресурсов и материалов в оборудование для управления отходами. Обычно стадия производства вносит незначительный вклад в общее воздействие от жизненного цикла системы, так как все воздействия, производимые на этой стадии, также производятся на стадии эксплуатации в более крупных системах.
- Распространение: В ОЖЦ продуктов распространение часто рассматривается не сам по себе как отдельный этап жизненного цикла, а скорее как часть каждого из этапов жизненного цикла. Как бы то ни было, для систем управления отходами транспортировка как часть сбора отходов является наиболее значимым видом деятельности, который обычно рассматривается отдельно. Желательно указать долю сбора в общей системе и рассмотреть возможности оптимизации на этой стадии.
- Использование: Этап использования включает эксплуатацию всех частей системы управления отходами, по возможности для периода времени, указанного в функциональной единице. Этап использования включает использование электричества, топлива, воды и необходимых химических средств, а также генерацию тепловой и электрической энергии и выпуск материалов, используемых за пределами системы обращения с отходами. Этап использования также включает обслуживание оборудования и технических объектов для управления отходами.
- Управление отходами: Оборудование и технические объекты, используемые в системе управления отходами, в конце изучаемого периода теоретически должны быть разобраны или списаны, а их компоненты и материалы отосланы для соответствующей переработки или утилизации. В исследовании необходимо учитывать эту часть жизненного цикла и пропорциональную часть экологического воздействия в расчете на функциональную единицу, если утилизация потенциально может внести значительный вклад в исследование. На стадии вывоза некоторые материалы, используемые в строительстве завода (в основном металлы), могут быть восстановлены, поэтому потребление металлов часто является незначительным для процесса обращения с отходами. Таким образом, если ресурсы для строительства объектов включаются в анализ, также необходимо учитывать и стадию утилизации.

Критерии оценки

Критерии оценки, применяемые на стадии оценки воздействия при проведении ОЖЦ, необходимо установить перед тем, как начинать инвентаризационный анализ, чтобы организовать сбор действитель-

но необходимых данных. Обзор категорий глобальных, региональных и местных экологических воздействий, которые могут быть включены в анализ в качестве параметров оценки при проведении ОЖЦ, представлен в таблице 4.2 (согласно Societyof Environmental Toxicologyand Chemistry (SETAC), Udode Haes, 1996; Udode Haesetal., 2002). Кроме того, исследование обычно включает потребление ресурсов (невозобновляемых и возобновляемых, добыча которых превышает восстановление).

 $\label{eq:Table} Ta\, \hbox{$\rm f}\, \hbox{$\rm n}\, \hbox{$\rm u}\, \hbox{$\rm g}\, \hbox{$\rm a}\, \ \hbox{$\rm 4.2}$ Категории экологических воздействий

Глобальные воздействия	Региональные воз- действия	Локальные воз- действия	Потребление ресурсов
Глобальное потепление Истоще- ние озоново- го слоя	 Фотохимическое образование озона Закисление Почвенная и водная эвтрофикация Отравляющее воздействие на людей 	Землепользование Запах Разделение ареалов обитания Радиация Аварии	 Невозобновляемые ресурсы (например, нефть, природный газ, железо, алюминий) Возобновляемые ресурсы (например, леса или сельскохозяйствен-
	– Экотоксичность		ная биомасса, грунтовые воды, пресная вода)

Кроме того, некоторые методы, в частности, широко используемые в Скандинавских странах, также включают воздействия в рабочей среде на операторов процессов (например, подверженность определенным видам опасных химикатов, шумов, монотонная работа и аварии. (Wenzeletal., 1997).

Следующие категории воздействий наиболее значимы для сектора управления отходами: глобальное потепление, истощение озонового слоя, фотохимическое истощение озонового слоя, закисление, почвенная и водная эвтрофикация, отравляющее воздействие на людей, экотоксичность и землепользование. Они кратко представлены ниже (Hauschildand Barlaz, 2011).

Глобальное потепление. Глобальное потепление или "климатические изменения" включают изменения климата по причине скапливания парниковых газов в атмосфере, т.е. долгоживущие газы, которые поглощают инфракрасное излучение Земли. Возникающее из-за этого нагревание атмосферы распространяется на континенты и океаны и ведет к нагреванию Земли, повышению уровня океана и изменениям климата на региональном и глобальном уровне. Главный парниковый

газ — это ${\rm CO}_2$, образующийся при сжигании ископаемого топлива. ${\rm CO}_2$ также образуется при биологическом разложении отходов в аэробных (компостирование) и анаэробных (полигоны, анаэробное сбраживание) условиях, но эти материалы в любом случае разлагаются естественным образом и выпускают углерод в виде ${\rm CO}_2$, и поэтому они не вносят вклад в содержание ${\rm CO}_2$ в атмосфере. Поэтому отдельно рассматривается ${\rm CO}_2$ от ископаемых источников (${\rm CO}_2$ от сжигания ископаемого топлива; пластик, уголь, нефть, природный газ) и от биогенных источников (${\rm CO}_2$ от биомассы; продукты лесопереработки, пищевые и дворовые отходы). Метан, производимый при анаэробном сбраживании биологических материалов гораздо худший парниковый газ, чем ${\rm CO}_2$ (примерно в 34 раз хуже по массе, согласно IPCC (2013)). При горении метан из отходов превращается в биогенный ${\rm CO}_2$.

Истощение озонового слоя. Истощение озонового слоя включает усиленную деградацию озона в стратосфере вследствие антропогенных выбросов неразлагаемых газов, содержащих хлор и бром, которые мигрируют в стратосферу. Озон в стратосфере поглощает ультрафиолетовое излучение солнца, защищая живые организмы на поверхности земли от его вредного воздействия. Наиболее важные антропогенные газы, способствующие истощению озонового слоя, - это хлорфторуглероды (CFCl, например, CF_2C1_2 или $CFCl_3$), гидрохлорфторуглероды (HCFCl, например, $HCFCl_2$ или $CHClF_2$) и бромсодержащие хладоны (например, Halon 1301 или $CBrF_3$). В настоящее время CFC и CFC запрещены, и их основным источником являются выброшенные холодильники, которые используют их в системе охлаждения и изоляции; эти газы могут стать источником выбросов во время переработки в качестве отходов.

Фотохимическое формирование озона. Формирование озона в нижних слоях тропосферы происходит путем комплексного фотохимического окисления летучих органических соединений (volatile organic compounds, VOC) и монооксида углерода при участии оксидов азота (NOx) в присутствии солнечного света. В определенных метеорологических и топографических условиях такое формирование может привести к его экстремальным концентрациям — такое явление называется "фотосмог", и оно возникает в крупных городах. Озон и другие реакционоспособные фотооксиданты, образующиеся в реакциях, наносят вред растениям, повреждают дыхательные пути людей и воздействуют на вещества путем реакций с органическими материалами. Существенный вклад в фотохимическое разрушение озонового слоя NOx дают такие процессы переработки отходов как сжигание и эмиссия загрязняющих веществ от полигонов захоронения отходов, а также от сбора и транспортировки отходов.

Закисление. Выбросы оксидов азота (NOx), аммиака и оксидов серы (SOx) вызывают закисление почв и озер, когда эти вещества выбрасываются в местах с низкой буферной емкостью, это приводит к уничтожению лесов и образованию мертвых озер. Главные источники NOx и SOx в системах переработки отходов — это транспортные процессы и другие процессы, в которых используется дизельное топливо.

Перенасыщение питательными веществами, эвтрофикация. Азот и фосфор являются макроэлементами для высших растений и водорослей, поэтому выброс соединений этих двух элементов может создать питательную среду для природных экосистем, повышая их продуктивность, но также и изменяя видовой состав озер и прибрежных вод, вызывая цветение воды и последующее кислородное истощение придонных слоев водоемов. Основные источники выбросов P — это установки для очистки муниципальных сточных вод и сельское хозяйство. В системах управления твердыми отходами нет серьезных источников P. Главные источники выбросов P в системах управления отходами — это процессы сжигания и транспортировки, выбрасывающие P0P1.

Экотоксичность. Токсичное воздействие на экосистемы, наносящее вред отдельным видам и меняющее структуру или функции экосистем, варьируются от смертельного ущерба для репродуктивных особей до изменений в поведении. Экотоксичность включает много различных механизмов токсичности и по сравнению с другими экологическими воздействиями в рамках ОЖЦ экотоксичность является комплексной категорией, которая касается всех веществ, оказывающих прямое действие на здоровье экосистем. Наиболее важный вклад в экотоксичность в системах управления отходами исходит от токсичных металлов и неразлагаемых органических загрязнителей.

Отравляющее воздействие на людей. Токсичное воздействие на людей происходит при вдыхании вместе с воздухом, при приеме пищи и воды, а также при проникновении через кожу при контакте с загрязняющей поверхностью. Существуют тысячи веществ, которые являются потенциально опасными в плане отравляющего воздействия на людей, но наиболее важными в системе управления отходов являются следующие факторы: (1) частицы от сжигания и транспортировки отходов и (2) токсичные металлы и устойчивые органические загрязнители, такие как диоксины и фураны.

Землепользование. Физическое воздействие на почву часто наносит более серьезный вред экосистеме, чем выбросы, о которых шла речь выше. В ОЖЦ физическое разрушение ареалов обычно рассматривается в категории "землепользование", которая вычисляется как произведение

поврежденной площади, длительности воздействия и качественных изменений, вызванных воздействием. Качественные изменения — это та область, относительно которой пока нет единого мнения, так как нет согласия по поводу определений в отношении биоразнообразия, будущего использования поврежденной земли и т.д.

Временные рамки

Определение сферы применения также должно рассматривать временные рамки исследования, в частности, требования к достоверности результатов в будущем. Это может иметь глубокое значение для выбора технологий процессов в системе и для сбора данных в течение инвентаризации. Если исследование проводится для поддержки решения по выбору технологии управления отходами, заключение должно быть актуальным в течение минимум десяти лет в зависимости от типа выбранной технологии.

Одна из проблем в отношении временных рамок состоит в том, что выбросы полигонов и остатков, используемых при строительстве, сохраняются долгое время после истечения срока, указанного в ОЖЦ.

Технологическая сфера применения

Формулирование технологической сферы применения включает определение технологии, которая является значимой для всех процессов в системе управления отходами; это может быть стандартная технология, специфическая технология, лучшая доступная технология или будущая технология. Специфические и географически обусловленные системы управления отходами включают относительно мало видов оборудования и технических объектов, так что технологическую сферу их применения определить легко. Главная проблема сводится к определению технологий, работающих за пределами системы управления отходами, например, переработка бумаги, стекла, пластика, алюминия и т.п. Оценка системы управления отходами зависит от качества заводов и технологий для переработки отходов, а они становятся не нужны, если не используются природные ресурсы. Полезными могут оказаться форсайттехнологии для производства указанных материалов. На национальном и федеральном уровне, где управление отходами включает множество различных объектов, также рассматриваются стандартные технологии и лучшие доступные технологии с целью планирования дальнейшего развития.

Распределение

В управлении отходами для некоторых форм утилизации материалов применяется большое количество процессов, и в таких случаях имеется множество выходящих потоков. Помимо обращения с отходами и пре-

вращения их в остатки, лучше подходящие для складирования, процесс переработки отходов может производить материальные или энергетические потоки, такие как стекло, бумага, пластик, металлы, электричество, теплоэнергия или энергоносители, например, метан. Экологическое воздействие процесса управления отходами состоит из воздействий различных служб, составляющих единую систему. Таким образом, возникает вопрос распределения экологических выгод. Например, если мусоросжигательный завод производит два продукта (электричество и тепло для промышленных целей), как выбросы от завода распространяются на оба продукта.

Найти общее решение оказалось нелегко, однако ISO 14044 предусматривает несколько альтернативных вариантов.

Первый вариант — вместо распределения расширить саму систему и включить в нее дополнительные подсистемы. Если сравниваются различные технологии обращения с отходами и из них только одна производит, например, электричество, альтернативные отходы системы должны быть расширены и в них должно быть включено производство примерно такого же количества электричества в соответствии со стандартной технологией. Другой вариант — при сравнении двух технологий обращения с отходами, в той, что производит электричество, из общего воздействия вычитается тот ущерб, который обычно приносит производство электричества. Такой подход называется "замещение" или "вычет предотвращенного экологического обмена или воздействия". Это означает, что входящие и выходящие потоки обычного производства электричества включены в инвентаризацию технологии обращения с отходами, но с отрицательным знаком. Данный принцип проиллюстрирован на рисунке 4.3. Этот принцип применяется во всех многофункциональных процессах в косвенном методе ОЖЦ².

Для систем управления отходами расширение обычно вполне возможно, но для некоторых продуктов оно требует сбора слишком большого количества данных о многочисленных системах, которые не имеют

² Основанный на последствиях («косвенный метод», также называемый «ориентированный на изменения») подходв ОЖЦ имеет своей целью определить последствия решений, включая решения по различным процессам и системам экономики. Процессы, включаемые в оценку, основанную на последствиях, обычно являются маргинальные процессы и технологии, т.е. это процессы и литехнологии, спрос на которые увеличивается или уменьшается в результате изменений (для увеличения или уменьшения, например, потребления электричества в результате смоделированных изменений маргинальных технологий в Европе — это обычно угольная или газовая энергия от ТЭС или ТЭЦ). Центральным в данном подходе является понимание рынка итого, как прямые и косвенные изменения спроса влияют на рынок, создавая реальные изменения предложения.

прямого отношения к проблеме, решаемой в исследовании. Вместо этого стандарт ISO рекомендует:

- Производить распределение между разными системами продуктов по критерию технической полезности процесса для каждой из систем. Например, для когенерации электричества и тепла такой критерий это обычно содержание энергии в МЈ электричества и тепла.
- В некоторых случаях невозможно определить технический критерий, который подходил бы для обеих систем. В таких случаях рекомендуется распределение на основе экономического критерия, обычно относительная цена выходящих потоков. Классический пример это добыча бриллиантов, в которой (как минимум) есть два выходящих потока: необработанные алмазы и дорожно-строительный материал. Невозможно определить общий технический критерий для обоих этих продуктов, поэтому экологическое воздействие от процесса добычи алмазов распределяется на основе относительной цены (что в данном случае представляется справедливым).

Распределение присутствует в *прямом методе* проведения ОЖЦ³.

Чтобы проиллюстрировать разные подходы к управлению многофункциональными процессами, рассмотрим случай отходов от процесса сжигания, у которого имеется две функции: переработка отходов и генерация электричества для использования местным населением (путем утилизации тепла от сжигания). Если ОЖЦ сравнивает между собой разные альтернативные подходы к управлению отходами, то только первая функция, переработка отходов, является основной, и в прямом моделировании жизненного цикла выбросы от процесса сжигания делятся (распределяются) между обеими функциями, переработка отходов и генерация электричества, в соответствии, например, с их относительной стоимостью. В косвенном моделировании жизненного цикла проблема многофункциональности решается путем вычета из процесса сжигания отходов предотвращенных выбросов и предотвращенного использования ресурсов в рамках наиболее вероятного альтернативного способа производства электричества (например, угольной электростанцией).

³ В прямом моделировании жизненного цикла, который также называют «учетным» или «описательным» моделированием, фоновые процессы моделируются на среднестатистическом уровне для соответствующего набора технологий (например, потребление электричества страной с соответствующей количественной долей энергии, производимой на основе антрацита, природного газа, ветряных турбин и т.д.). Этот подход применяется, когда использование результатов анализа имеет своей целью оценку потенциального экологического вреда, приносимого уже существующим продуктом в течение жизненного цикла. В случаях процессов, которые на основе стандартных технических критериев при наличии таковых или (чаще) на основе экономической ценности функций.

Вторую альтернативу на рисунке 4.3. можно также описать как вычет или анализ компенсаций — в данном случае выбросы от обычной электростанции, предотвращенные в результате производства энергии из отходов вычитаются из выбросов, связанных с переработкой отходов. Аналогичным образом, когда в рамках управления отходами часть материалов перерабатывается, и эти материалы используются для производства новых продуктов, это предотвращает использование определенного количества природных материалов. Чтобы произвести вычисления на основе инвентаризации жизненного цикла для общего процесса, LCI включает разницу в выбросах между производящими процессами на основе первичных и вторичных материалов, и величины LCI отрицательны, когда вторичное использование является прибыльным (например, выбросы от процесса вторичного производства минус выбросы от производства из первичных материалов).

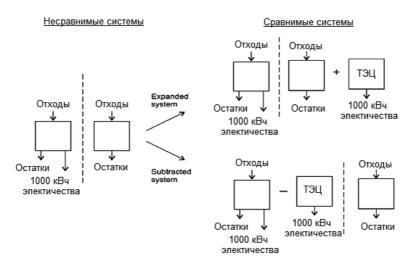


Рис. 4.3. Принцип расширения системы и вычета для получения функциональной эквивалентности различных систем в ОЖЦ управления отходами

4.2.2.2. Инвентаризация

После определения сферы применения системы управления отходами собирается информация о выбросах и ресурсах на входе и выходе из системы (экологический обмен) для всех ее процессов.

Сбор данных

В целом, сбор данных основывается на массовом балансе для процесса в течение длительного периода времени. Это позволяет гарантировать, что данные отражают среднестатистическое функционирование процесса и нарушения в работе, такие как запуск и остановка, очистка оборудования и т.д., включены в анализ.

В отчете об инвентаризации обмен в течение жизненного цикла обычно суммируется, и это дает полный обмен всех веществ и материалов для данной функциональной единицы. Данные предоставляются как экологический обмен в расчете на функциональную единицу, например, в кг CO_2 из ископаемых на 1000 л молока, доставленного в магазин или на 1 т отходов, подлежащих переработке.

Качество данных

Качество данных, собранных в процессе инвентаризации, играет ключевую роль для результатов ОЖЦ. Лучшие данные — это данные, основанные на массовом балансе и измерениях на реальном оборудовании для конкретных процессов. Например, измерения потребления электричества и выбросы от конкретного этапа процесса. Сбор таких специфических данных часто требует больших затрат времени. Обычно невозможно получить специфические данные для каждого процесса, и результаты экстраполируются из одинаковых или похожих процессов в аналогичных технологиях, а иногда даже в совершенно других технологиях.

Возраст данных также важен. Для промышленных процессов он может оказаться серьезным недостатком, так как оптимизация и развитие новых улучшенных процессов часто происходит быстро. Как следствие, имеющиеся данные о выбросах и потреблении ресурсов могут быть устаревшими или описывать наименее интенсивные процессы, присутствующие на рынке. Поэтому важно убедиться, что литературные данные репрезентативны для технологии изучаемой системы. В целях прозрачности отчет об ОЖЦ должен содержать подробную документацию — для каждого процесса — об источниках данных. Если используются данные более низкого качества, необходим анализ чувствительности для обоснования того, что результат ОЖЦ не зависит от этих данных.

4.2.2.3. Оценка воздействия

Завершение LCI обычно требует большого количества входящих материалов и выбросов. Цель оценки воздействия - на основе результатов инвентаризации оценить потенциалы воздействий в основных сферах защиты окружающей среды. Оценка воздействия жизненного цикла

(ОВЖЦ) предоставляется в разных категориях. Эти категории показывают потенциальное экологическое воздействие в различных сферах: здоровье людей, окружающая природная среда и природные ресурсы. Категории воздействий можно вычислить по показателям воздействий по результатам инвентаризации (таблица 3 на основе Zero-Win, 2013).

Оценка воздействия жизненного цикла проходит в четыре этапа:

- Классификация (каково воздействие этого экологического обмена?)
- Характеристика (насколько сильное это воздействие?)
- Нормализация (высокое ли оно в сравнении с другими воздействиями?)
- Взвешивание (важно ли это воздействие?)

Таблица 4.3 Категории воздействий и их характеристики (Hauschildetal., 2009с, Fleischerand Riebe, 2002)

Категория воздействий	Показатели воздействий	Конечная точка (конечное воздей- ствие)	Инвентаризация
Клима- тические изменения	например, потенциал глобального потепления (Global warming potential, GWP)	Глобальное повышение температуры	Выбросы парниковых газов
Истощение озонового слоя	например, потенциал истощения озонового слоя (Ozone Depletion Potential, ODP)	Воздействие на здоровье человека, например, рак кожи из-за увеличения озоновых дыр	Выбросы хлор- фторуглеродов (chloroflurocarbons, CFC) и хладонов
Отравля- ющее воз- действие на людей	например, потенциалы качества жизни (Quality Adjusted Life Years (QALY), Disability Adjusted Life Years (DALY), потенциал отравляющего воздействия на людей (Human Toxicity Potential, HTP)	Воздействие на здоровье человека	Выбросы токсич- ных веществ
Вдыхаемые неорга- нические вещества / частицы	например, количе- ство взвешенных частиц (Total Suspended Particulates, (TSP), PM10, PM2,5)	-	-

Категория воздействий	Показатели воздействий	Конечная точка (конечное воздей- ствие)	Инвентаризация
Ионизи- рующее излучение	-	Воздействие на здоровье человека и экосистемы	Выбросы радиоактивных веществ
Фотохимическое формирование озона (смог)	например, потенциал фотохимического образования озона (Photochemical Ozone Creation Potential, POCP), максимальная активность (Maximum Incremental Reactivity (MIR))	Воздействие на растительность и снижение биоразнообразия в водоемах	Выбросы VOC (летучих органиче- ских соединений) и NOx
Закисление	например, потен- циал закисления (Acidification Potential, AP)	Воздействие на растительность и снижение биоразнообразия в водоемах	Выбросы кислотных компонентов (NH ₃ , NOx, SO ₂)
Эвтрофика- ция	Почвенная и водная эвтрофикация	Воздействие на растительность и снижение жизнедеятельности водоемов из-за недостатка O,	Выбросы питательных веществ, таких как фосфор и азот
Экотоксич- ность	Почвенная и водная, например, потенциал вымирания вида, вероятность возникновения, (Potentially Disappeared Fraction of species (PDF), Probability of Occurrence (POO), Mean Extension Time (MET)	Воздействие на окружающую среду (химикаты, воздействие на видовой состав, токсикологический отклик)	Накопление хи- микатов в среде и экотоксичность
Истощение ресурсов	например, истощение минеральных ресурсов	Снижение количе- ства ресурсов, из-за чего пострадают будущие поколения	Входящий поток невозобновляемой энергии (уголь, нефть, боксит)

Согласно ISO 14040, первые два шага оценки воздействия обязательны, в то время как нормализация и взвешивание опциональны. Взвешивание является наиболее субъективной частью методологии. Здесь при расстановке приоритетов, группировке или количественной оценке категорий воздействий учитываются предпочтения и ценности заинтересованных сторон.

Классификация: Определяются категории воздействий, и с ними сопоставляется обмен (выбросы) по данным инвентаризации в соответствии с их способностью внести вклад в различные проблемные сферы.

Некоторые вещества могут быть отнесены к более, чем одной категории воздействий. Например, NOx оказывает воздействие в категориях «закисление», «перенасыщение питательными веществами, или эвтрофикация», «фотохимическое формирование озона» и «отравляющее возлействие на людей».

Характеристика: Количественно моделируется вклад каждого обмена и агрегируется в форме потенциалов экологических воздействий.

Потенциалы экологических воздействий. Так как выбросы накапливаются во времени и пространстве, воздействия рассчитываются как сумма вкладов возможных выбросов в течение нескольких лет в разных местах. Например, добыча нефти, переработка нефти и производство нефтепродуктов могут происходить на разных континентах. Из-за этого трудно интерпретировать эти воздействия в терминах влияния на окружающую среду. В интерпретации воздействия должны рассматриваться как показатели экологической эффективности, которые используются для оптимизации системы, но они могут мало рассказать о реальном влиянии на окружающую среду.

Для ОЖЦ систем управления отходами функциональной единицей может быть вся деятельность системы по управлению массой отходов, и некоторые процессы могут быть доминирующими и разграниченными физически, так что возможно интерпретировать их воздействия как влияние на окружающую среду. В этом случае оценка воздействия жизненного цикла превращается в оценку экологических рисков (ERA) или оценку экологических воздействий (EIA), где пространственные и временные измерения определены намного лучше в анализе экологического воздействия от конкретного объекта, например, мусоросжигательного или компостного завода.

Расчет характеристических факторов. Моделирование характеристических факторов обычно производится экспертами в соответствующей области экологии вне ОЖЦ. Характеристические факторы обычно выражают потенциальный вклад вещества в воздействие по отношению к аналогичной характеристике эталонного вещества, которое выбирается отдельно для каждой категории воздействий. Для категории «глобальное потепление» существует общепринятый характеристический фактор (сила радиационного воздействия). Он выражается потенциалом глобального потепления (GWP), а в качестве эталонного вещества выбран углекислый газ (CO_2). Все факторы связаны со временем, часто выби-

рается временной горизонт в 100 лет. Метан имеет характеристический фактор $34(34 \text{ kg CO}_2\text{-eq})$; это значит, что выброс 1 кг метана через 100 лет имеет интегрированный вклад в глобальное потепление, эквивалентное вкладу 34 кг углекислого газа в тот же период.

При проведении ОЖЦ применяются различные методологии оценки экологического воздействия. Более подробно эти методы описаны в справочной документации (ILCD): «Основы и требования к моделям и показателям оценки воздействия жизненного цикла (ОВЖЦ) « и «Анализ существующих методологий оценки экологического воздействия для использования в оценке жизненного цикла (ОЖЦ)» (Hauschildetal., 2009b).

Временные аспекты для полигонов. Анализ воздействия полигонов является трудной задачей, потому как последствия их выбросов проявляются только со временем. Гораздо проще оценить быстрые воздействия от большинства других объектов управления отходами (например, мусоросжигательных заводов) и других процессов жизненного цикла (например, транспортировки). LCI только показывает общие количества выбросов в расчете на функциональную единицу, а не уровень выбросов. Например, общее количество меди, попавшей вместе с фильтратом в окружающую среду из электронного устройства, выброшенного на свалку, может быть настолько высоким, что его потенциал экотоксичности может очень сильно повлиять на результаты оценки. Однако это количество попадает в среду в течение длительного периода времени, и концентрация меди в фильтрате является настолько низкой, что этот вид выбросов вообще не оказывает воздействия. Эта проблема в оценке воздействия жизненного цикла пока еще не вполне решена. Предлагаются разные решения, например, поправочный коэффициент на время или отдельные категории воздействия, отражающие накапливающиеся со временем экотоксичность и вред для человеческого здоровья.

Землепользование. В оценке воздействия жизненного цикла физические вмешательства, такие как очистка леса, дренаж пруда и строительство дороги, попадают под категорию "землепользование", которую можно рассматривать как категорию воздействий и как категорию потребления ресурсов. Характеристика землепользования обычно принимает во внимание длительность, площадь и качественные изменения, вызванные землепользованием. В частности, последнее является сложным объектом для универсальной количественной оценки. Тем не менее, землепользование — это категория воздействий, которая представляет особый интерес для технологий обращения с отходами, включающим использование полигонов.

Нормализация: Различные потенциалы воздействий и потребления ресурсов связаны с общим эталоном, упрощающим сопоставление между категориями воздействий.

В сравнительной ОЖЦ часто по результатам характеристики невозможно решить, какая из альтернатив вызывает самое низкое экологическое воздействие или потребление ресурсов. Если одна альтернатива имеет самый низкий показатель в какой-либо категории, а другая показывает лучший результат в другой категории, необходимо сопоставление потенциалов воздействий или потребления ресурсов между категориями. На стадии нормализации действует общая шкала для всех категорий воздействий, которая связывает их с общим набором эталонов. Эталоном для нормализации обычно является мера текущего воздействия со стороны общества. Таким образом, нормализация выражает различные потенциалы воздействий системы управления отходами как часть общего экологического воздействия общества. Эталон для нормализации в отношении какой-либо категории экологических воздействий определяется на этапе инвентаризации общих выбросов в эталонный год, который вносит вклад в данную категорию воздействий.

Нормализация проводится для каждой категории воздействий путем разделения потенциалов воздействия продукта или потребления ресурсов на соответствующий эталон нормализации. Обычно в качестве эталона нормализации используется годовое воздействие от среднестатистического человека, поэтому нормализованные потенциалы воздействий продукта выражается в человеческом эквиваленте (регѕопециічаlent РЕ) и интерпретируется как доля продукта в среднестатистическом воздействии от одного человека. При проведении нормализации все потенциалы воздействий и потребления ресурсов предполагают одинаковую единицу измерения, и их уровни можно сравнить. Нормализованные потенциалы воздействий все вместе составляют профиль нормализованного воздействия продукта или системы.

Рисунок 4.4. демонстрирует сравнение нормализованных экологических воздействий для двух методов утилизации зольного остатка: строительство дорог или захоронение на полигоне. Все они выражены в одних и тех же единицах — в человеческом эквиваленте (РЕ) на основе общего воздействия общества в эталонном 1994 году. Экологические воздействия от фильтрата из зольного остатка основаны на периоде фильтрации в 100 лет (Hauschildand Barlaz, 2011).

Взвешивание: Выражает значимость различных категорий воздействий и потреблению ресурсов, отражает относительную важность в рамках ланного исследования в соответствии с его пелями.

Взвешивание потенциала экологического воздействия. Даже если вклал в лве различные категории воздействий одинаково большой при нормализации, это не означает автоматически, что потенциалы воздействий одинаково серьезные. Чтобы осуществить прямое сравнение различных потенциалов воздействий, необходимо для начала провести оценку серьезности данной категории по отношению к другим. Эта задача выполняется на стадии взвешивания, когда производится группировка, ранжирование или количественное определение веса в соответствии с предполагаемой серьезностью различных категорий воздействий. Важность должна определяться на основе возможных последствий для четырех направлений природоохранной деятельности: здоровье людей, природная среда, природные ресурсы и антропогенная среда. В идеале, факторы, влияющие на вес, назначенные для какой-либо категории воздействий, должны отражать способность показателя воздействий влиять на все четыре направления природоохранной деятельности и относительную важность каждой из этих четырех направлений. Вследствие многочисленных неопределенностей и пробелов в наших знаниях внутренних экологических механизмах на данный момент, оказалось очень сложно выработать универсальные факторы, определяющие вес. Вместо этого иногда используются политически определяемые цели по снижению экологических воздействий общества, отражающие реальный вес общества в различных экологических воздействиях.

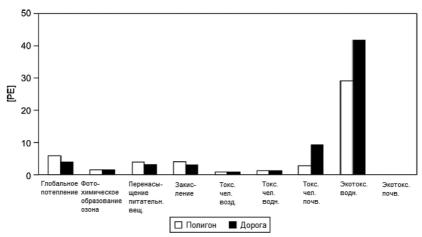


Рис. 4.4. Сравнение двух методов утилизации зольного остатка: строительство дорог или складирование на полигоне (Hauschildand Barlaz, 2011).

Взвешивание потребления ресурсов. Часто используемый фактор, определяющий значимость, - это горизонт поставок, т.е. число лет, в течение которых может продолжаться текущий уровень потребления невозобновляемых ресурсов, прежде чем все известные экономические и технические резервы будут исчерпаны. Он отражает нехватку ресурсов по отношению к их потреблению. Для возобновляемых ресурсов нехватка может быть оценена на региональном уровне на основе общего потребления в регионе, где происходит процесс. Если они не потребляются быстрее, чем происходит возобновление, истощения не происходит, и их потребление не считается проблемой в оценке воздействия жизненного цикла. Если ресурсы потребляются быстрее, чем регенерируются, горизонт поставок можно определить как число лет, которое пройдет, прежде чем ресурсы истощатся, на основе текущих оценок потребления и регенерации. В этой ситуации потребление возобновляемых ресурсов может быть взвешено так же, как и потребление невозобновляемых ресурсов.

4.2.2.4. Интерпретация

На стадии интерпретации ОЖЦ результаты интерпретируются с учетом поставленной цели и ограничений, налагаемых сферой применения. Результатом интерпретации может быть рекомендация для лиц, принимающих решения, которые обычно сравнивают этот результат с другими критериями (например, экономическими и социальными аспектами). Интерпретация может также предоставить входную информацию для дальнейших итераций, обзоров и возможного изменения сферы применения, сбор данных для инвентаризации и/или оценка воздействия. При интерпретации ОЖЦ необходимо учитывать такие элементы, как анализ чувствительности, ограничения исследования и внешняя проверка. Очень важно понимать предположения и неопределенности, связанные с ОЖЦ, даже если они ведут к заключениям, что ОЖЦ пока не является достаточно развитым, чтобы выбрать одну систему управления отходами в противовес другой.

Анализ чувствительности является неотъемлемой частью стадии интерпретации. Он определяет ключевые параметры ОЖЦ — те предположения, процессы и экологический обмен в модели, на которые опирается результат исследования. Значимость неопределенности в ключевых данных может быть оценена путем их варьирования в оцененных пределах и изучения влияния таких вариаций на результаты и заключения ОЖЦ. Учитывая, что во многих входных данных будет неопределенность, необходимы методики, учитывающие общий эффект неопределенленности нескольких параметров.

В управлении отходами особенно важно оценивать чувствительность в отношении:

- Потребления отходов.
- Учета энергии и материалов, восстанавливаемых системой управления отхолами.
 - Прогноза технологий в конце исследования.
- Учета "выбросов по прошествии времени" в оценке воздействия долговременных выбросов полигонами металлов и органических соединений.

Ограничения

Сложность процесса ОЖЦ и крупные объемы данных, необходимых для полноценного исследования, приводят к некоторым неизбежным ограничениям. Во-первых, как уже обсуждалось выше, необходимы однородные данные для изучаемого процесса. Например, если процесс включает десять операций и для двух из десяти нет данных по NOx, то невозможно присвоить значение нуль отсутствующим данным. Во-вторых, стадия инвентаризации не показывает выбросы в пространственном разрешении. Таким образом, конечный уровень сокращения выбросов может быть суммой увеличения выбросов в одном месте и более сильным снижением выбросов в другом месте, возможно, за океаном. В-третьих, выбросы не представлены во временном разрешении. Представлен только полный объем выбросов, а не реальный уровень выбросов. Такие результаты применимы к полигонам, где внутренние физические, химические и биологические процессы происходят в течение длительного времени. Наконец, научная часть процесса сложна, поэтому, представляя результаты, необходимо проявлять большую осторожность. Инженеры и ученые привычны к таким ограничениям, и они не склонны к употреблению ярлыков вроде "хорошо" или "плохо", которые часто требуются в политических и управленческих процессах.

Отчетность и критический обзор

Система, анализируемая в процессе ОЖЦ, обычно является комплексной. Более того, проведение ОЖЦ включает в себя несколько выборов и предположений, которые могут выдать сомнительный или, по крайней мере, неопределенный результат, непонятный для неспециалистов. Поэтому существует требование ISO о прозрачности отчета и о наличии в нем достаточной информации относительно: (1) результатов, (2) источников и оценки данных, (3) методов, (4) предположений и (5) ограничений исследования. Также рекомендуется, а для некоторых применений является обязательным, в соответствии со стандартами ISO для ОЖЦ, чтобы третьей стороной был составлен критический обзор исследования.

4.2.2.5. Использование компьютерного инструментария и баз данных

Системы управления отходами могут иметь дело с большим количеством материалов и химикатов, а также с разными видами энергии и производить разнообразные вторичные материалы и продукты энергетики. Поэтому существуют базы данных по экологическим процессам для наиболее распространенных процессов и материалов. В них содержится информация об экологическом обмене в расчете на функциональный выход процесса, например, на кВч выпускаемого электричества для электростанций, на кг (для большинства материалов), на кг-км или на м³-км для транспортных процессов и т.д. Пользователь данных сочетает эту информацию со знаниями о том, насколько система управления отходами зависит от данного процесса, например, кг полиэтилена используемого в производстве баков для сбора отходов.

Данные инвентаризации жизненного цикла (LCI) могут содержаться в базе данных без дополнительного функционала или в качестве программных инструментов, включающих собственные и внешние данные по LCI.

Примерами баз данных по LCI являются Ecoinvent 3.1, предоставленная Swiss Centrefor Life CycleInventories (http://www.ecoinvent.org/), и Europea Reference Life Cycle Data System ELCD, предоставленная JRC. При этом Ecoinvent 3.1 используется в различных программных инструментах, таких как GaBi и SimaPro. Она содержит около 2.800 наборов данных. Лицензирование платное. Обновление наборов данных выполняется каждые 1-2 года. ELCD содержит 440 наборов данных (на конец 2013 г.) о промышленных объектах, таких как химические и металлообрабатывающие заводы. Она также содержит данные по процессам производства энергии, транспортировки и утилизации. Наборы данных доступны бесплатно и их можно скачать, пройдя по ссылке http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/процессList.xhtml.

Различные базы данных имеют разное количество наборов данных, от нескольких сотен до более тысячи. Для полномасштабной ОЖЦ требуется как можно больше данных. Однако большее количество наборов данных в базе не обязательно означает хорошее качество данных. Качество данных можно определить по следующим характеристикам: местоположение, год, источник данных, сбор и подготовка данных (оценочные, отклоняющиеся, усредненные), полнота данных, технологическая и географическая репрезентативность. Базы данных вроде Ecoinvent, ELCD и GaBi-prof содержат подробные метаданные в соответствии с указанными характеристиками качества. Наборы данных Ecoinvent также хорошо задокументированы в специальных справочниках с информа-

цией об источниках. В отличие от, например, баз данных Ga Bi, Sim Pro и GEMIS, у которых отсутствует детальная документация.

Существуют различные программные инструменты для поддержки моделирования систем, включая стадии инвентаризации и оценки воздействия. Эти инструменты часто упрощают доступ к наиболее важным базам данных по LCI и могут быть сосредоточены на специальных задачах, например, для полномасштабной ОЖЦ для методов скрининга или для упрощенной ОЖЦ. Полномасштабная ОЖЦ выполняется редко. Это слишком сложная задача, требующая временных затрат и поэтому дорогостоящая, так что малые и средние предприятия не могут ее себе позволить. По этой причине созданы альтернативные методологии инвентаризационного анализа, такие как упрощенная ОЖЦ или приблизительная ОЖЦ. Упрощенная ОЖЦ основана на более простой процедуре инвентаризационного анализа, постановке более узких задач и более узкой сфере применения. Приблизительная ОЖЦ объединяет продукты в группы с похожими экологическими и другими характеристиками и использует упрощенную методологию оценки воздействие. В таблице 4 представлен обзор некоторых наиболее часто используемых программных инструментов, включая базы данных.

В настоящее время наиболее часто используемые программные инструменты для ОЖЦ - это Sima Pro, Ga Bi и Umberto.

Sima Pro(www.simapro.com/) — широко используемый инструмент для ОЖЦ. Он является простым в использовании, но при этом достаточно мощным для моделирования систем продуктов, в частности, использующих распределение между множественными выходящими процессами, предотвращенное производство продуктов в процессах переработки, комплексные сценарии обращения с отходами и т.д. Он включает анализ по методу Монте-Карло для количественной оценки неопределенности данных. SimaPro включает базу данных Есоinvent и 8 других баз данных (например, US LCI, ELCD, LCAfood и др.).

<u>Ga Bi (www.gabi-software.com/)</u> - инструмент для ОЖЦ, используемый в промышленности, науке, образовании и консультировании. Он также дает возможность проводить обоснованную и детальную оценку затрат в изучаемой системе (life-cyclecosting [LCC]) и использовать программное обеспечение в поддержке экологического менеджмента на месте и в схемах аудита (EMAS). Применяемые инструменты оценки затрат позволяют пользователю построить точные модели затрат на материалы/ энергию, персонал и оборудование.

<u>Umberto (http://www.umberto.de/en/)</u> — инструмент, предназначенный для визуализации систем материальных и энергетических потоков.

Данные взяты из внешних информационных систем или рассчитаны при помощи модели. Графический пользовательский интерфейс позволяет визуализировать даже сложные структуры: производственные объекты компании, цепи процессов или оценку жизненного цикла (ОЖЦ). Данный инструмент может оценивать потоки и запасы при помощи показателей эффективности. Возможно, масштабирование в единицах продукции или в единицах времени. Кроме того, можно показать и проанализировать экологические затраты системы. Также присутствуют специфические функции, например, учет и распределение затрат.

Таблица 4.4 Специализированные программные средства для ОЖЦ (в алфавитном порядке) (Zero-Win, 2013). LCWE — Life Cycle Work Environment (внешние условия жизненного цикла); LCC — Life Cycle Costing (оценка затрат в жизненном цикле)

Название/ Версия	Владелец/ Разработчик	Ссылка	Описание
Boustead Model 5.0	Boustead Consulting (GB)	http://www.boustead- consulting.co.uk	Инструмент подходит для полномасштабной ОЖЦ; около 13,00 наборов данных; высокая цена приобретения
ECO-it	Pre Consultants (NL)	http://www.pre.nl/ eco-it/default.htm	Инструмент для скрининга наборов данных; затраты на приобретение.
Ga Bi 4	PE international (DE)	http://www.oeko.de/ servise/gemis	Инструмент подходит для полномасштабной ОЖЦ; возможно расширение со специализированными базами данных; всего 638 наборов данных; лицензирование платное; может использоваться с Econinventdatabase; совместим с LCC и LCWE
GEMIS 4.5	Ökoinstitut + UBA Berlin (DE)	http://www.oeko.de/ service/gemis	Инструмент подходит для полномасштабной ОЖЦ; около 6100 наборов данных, бесплатный для некоммерческого использования, платный для коммерческого использования.
Green-E	Ecointesys (CH)	http://www.green-e.ch	Совместим с LCC и LCWE
IDEMAT	TU Delft (NL)	http://www.idemat.nl	Инструмент для скрининга, лицензирование платное

Название/ Версия	Владелец/ Разработчик	Ссылка	Описание
REGIS	Sinum AG (CH)	http://www.sinum. com/	Затраты на приобретение; совместим с LCC
Sima Pro	Preconsultants (NL)	http://www.pre.nl/ simapro/default.htm	Инструмент подходит для полномасштабной ОЖЦ; более 5 000 наборов данных, лицензирование платное в зависимости от используемой базы данных; совместим с LCWE и LCC.
TEAM	Ecobilan- Pricewaterhouse Coopers (FR)	http://www. ecobilance.com/	Инструмент для скрининга наборов данных; около 300 модулей данных; единственная лицензия, лицензирование платное: совместим с LCC
Umberto	Pre consultants (NL) + Ifu Hamburg (DE)	http://www.umberto.	Инструмент подходит для полномасштабной ОЖЦ; возможно расширение со специализированной базой данных; около 1200 модулей данных; высокие затраты на лицензирование; совместим с LCC

Больше инструментов для ОЖЦ можно найти на веб-сайте Europa, посвященном инструментам, сервисам и данным по ОЖЦ: http://lca.jrc. ec.europa.eu/lcainfohub/toolList.vm, а также на сайте EcoSMEs-site, посвященном программным средствам для ОЖЦ: http://ex-elca2.bologna.enea.it/cm/navContents?l=EN&navID=lcaSmesStandardReg&subNavID=3 &pagID=1&flag=1.

Несколько программных инструментов разработаны специально для моделирования ОЖЦ и оптимизация систем управление отходами (например, EASETECH, ORWARE), подробности можно найти в (Damgaard, 2010).

4.2.3 Применение ОЖЦ

4.2.3.1. Сферы применения

Сегодня ОЖЦ используется для поддержки решений компаниями, промышленными организациями, разработчиками политики, правительственными и неправительственными учреждениями. В Европейском Союзе (ЕС) ОЖЦ стал важным инструментом поддержки решений во всех

аспектах управления отходами. Некоторые примеры применения ОЖЦ в промышленности и при разработке политики показаны в таблице 4.5.

4.2.3.2. ОЖЦ на промышленном уровне и на уровне компании

Достаточно большое количество компаний, особенно крупных и экологически ориентированных, применяют ОЖЦ в процессе принятия решений. Например, исследования показывают, что около половины крупных компаний на севере Европы и в США публикуют отчеты о проведении ОЖЦ своих продуктов. Использование ОЖЦ обычно различается в зависимости от размеров компании и страны, в которой компания ведет свою деятельность. Крупные компании, такие как Unilever и ВМW, обычно имеют целый отдел, специализирующийся на моделировании ОЖЦ. Принятие и использование ОЖЦ также определяется стадией жизненного цикла продукта и природой конкуренции (Berkhoutand Howes, 1997). Производители конечных продуктов склонны использовать ОЖЦ в развитии продукта в тех случаях, когда предполагается возможность улучшений системы и повышение конкурентоспособности. Производители материалов (например, алюминий, пластик) склонны использовать анализ жизненного цикла в целях защиты в экологических вопросах и в попытке влиять на политику в этой сфере. Возможные применения ОЖЦ в реальном бизнес-контексте приведены на рисунке 4.5.

 $\label{eq:Tadinu} \mbox{Таd}\mbox{\it л}\mbox{\it и}\mbox{\it цa}\mbox{\it 4.5}\,.$ Примеры применения ОЖЦ (на основе Udo De Haesand Wrisberg, 1997)

Промышленное применение	Применение при формировании политики	
Коммуникация	Критерии экомаркировки	
Экологическая отчетность	Процедуры экоаудита	
Сравнение продуктов	Показатели экологической эффективности	
Разработка/совершенствование про-	Программы более чистой технология/про-	
дуктов	изводство	
Более чистая технология/производство	Политика продукта	
Экологический менеджмент/стратеги-	Политика управления отходами	
ческое планирование		
Управление продуктом	Подход Integratedchainmanagement	
Показатели экологической эффектив-	Определение лучших доступных техноло-	
ности	гий (ЛДТ)	
Бенчмаркинг	Бенчмаркинг	
VIOT OTOHNOOTH WHOMOUPO HIN TO	Разработка экологического налогообло-	
Учет стоимости жизненного цикла	жения	

Важными движущими силами для проведения ОЖЦ в компании могут быть необходимость экономии или экологические споры и про-

блемы в отношении продукта. Роль экологических групп и организаций потребителей также необходимо принимать во внимание. Долгосрочная и проактивная ориентация компаний способствует началу ОЖЦ, так как она помогает проанализировать и описать будущие проблемы и риски продуктов. Тем не менее, сложность методологии ОЖЦ, затраты на использование программных продуктов и баз данных, а также другие барьеры затрудняют широкое использование ОЖЦ, в частности, для малых предприятий. Обзор преимуществ и недостатков использования ОЖЦ представлен ниже в таблице 6.



Рис. 4.5. Возможные применения ОЖЦ в реальном бизнес-контексте (Frankland Rubik, 1999)

Целостный подход является важным преимуществом ОЖЦ при использовании для поддержки принятия решений с экологической точки зрения, например, в развитии нового продукта или системы управления отходами. Однако для окончательного решения важны и другие факторы, такие как предпочтения потребителей, экономическая целесообразность и политические приоритеты.

 $\label{eq: Tabulua 4.6} Tab лица 4.6$ Обзор преимуществ и недостатков ОЖЦ (Zerowin, 2013).

Преимущества	Недостатки
Выявляет потоки материалов и энергии, которые могут быть не выявлены другими методами. Обеспечивает поддержку решений для новых эффективных способов удовлетворения человеческих потребностей при сниженном экологическом воздействии. Может служить основой для списков/руководств в экодизайне. ОЖЦ может использоваться как основа для обучения и диалога об относительной важности различных экологических аспектов. Результат основан на прозрачном системном анализе и объективных измерениях. Возможность представить результаты за	Проведение ОЖЦ нового продукта/ процесса дорого и трудно. Данные часто отсутствуют или низкого качества, поэтому ОЖЦ часто должна быть основана на коротких сессиях измерений, теоретических расчетов и оценок. Для проведения полной ОЖЦ обязательны данные и специальные знания. Не существует единого метода оценка воздействия. Временной аспект затрудняет использование ОЖЦ в процессе разработки продукта. Существует недостаток сравнимых и достоверных данных по ОЖЦ.
пределами компании. Возможность сравнить экологическую	Часто бывает трудно четко определить

4.2.3.3. ОЖЦ в управлении отходами: анализ кейсов

границы системы продукта.

Экологические воздействия от сжигания, децентрализованного компостирования и централизованного анаэробного брожения твердых органических бытовых отходов сопоставлялись в исследовании, проведенном авторами BernstadandJansen (2011) с использованием инструмента ОЖЦ EASEWASTE (Christensenetal., 2007). Сравнение основано на подробном анализе кейса: ОЖЦ, проведенная в жилом районе в Швеции с 1631 многоквартирными домами. Раздельно собранные органические отходы использовались в децентрализованном компостировании с 2000 г. С 2008 органические отходы (только пищевые) использовались для производства биогаза в централизованных анаэробных перегнивателях. Раздельный сбор и переработка пищевых органических отходов с использованием разных технологий все чаще встречается в шведских муниципалитетах, и ОЖЦ может помочь исследовать, какой вид переработки является предпочтительным с экологической точки зрения.

Описание сценариев

эффективность различных решений.

Четыре сценария оценивались в отношении экологических воздействий системы управления органическими бытовыми отходами:

- А. Пищевые и другие органические отходы не разделяются и сжигаются вместе с остатками на мусоросжигательном заводе с производством энергии. Произведенная энергия используется для замещения электричества и тепла.
- В. Пищевые и другие органические отходы сортируются потребителями и перерабатываются в децентрализованных компостных реакторах в жилом районе. Произведенный компост используется для замещения производства садовой земли (торфа и коммерческих удобрений).
- С1. Пищевые отходы сортируются в бумажных пакетах потребителями. Произведенный биогаз очищается и используется как топливо для замещения бензина в легких автомобилях. Дигестат используется на сельхозугодиях для замещения коммерческих удобрений. Для оценки фильтрации азота в форме нитратов в грунтовые воды и стока в поверхностные воды разработаны два сценария для песчаной и суглинистой почвы (C1a, C1b).
- С2. Аналогичен С1, но произведенный биогаз не очищается; он используется для производства электричества и теплоэнергии.

Границы системы и представление данных. Границы системы включают: сбор и транспортировку, производство пластиковых/бумажных пакетов для раздельного сбора, входящие потоки (например, энергия) и выбросы от предварительной переработки (механическая обработки перед транспортировкой на завод по производству биогаза), производство и очистка биогаза, процессы компостирования и сжигания, выбросы от разбрасывания и использования компоста и дигестата на землях, обработка и складирование остатков от сжигания. Экологическая оценка состоит из:

- (а) замещения энергии ископаемого топлива (бензин, электричество и теплоэнергия) путем потребления энергии биогаза;
- (b) замещения минеральных удобрений и торфа путем производства компоста и дигестата. Производство и удаление биогаза, оборудование для компостирования и сжигания и мусорные баки не учитываются. При оценке воздействий компостирования не учитывается связывание углерода в почве.

Для оценки были выбраны пять категорий экологически значимых воздействий: потенциал глобального потепления (GWP), закисление (A), перенасыщение питательными веществами (NE), стратосферное истощение озонового слоя (ODP) и фотохимическое образование озона (POF). Результаты представлены в человеческом эквиваленте (PE) с использованием эталона нормализации EU-15 (т.е. экологические воздействия от граждан стран EU) в 2003 г., кроме GWP и ODP, где использо-

валось глобальное среднее экологическое воздействие. Представление результатов в человеческом эквиваленте (см. рис. 5) означает, что выбросы соединений, оказывающих воздействие в категориях, где выбросы общества уже высоки (например, GWP), имеют относительно меньшую важность по сравнению с категориями, где воздействие в расчете на человека в настоящий момент невелико (например, перенасыщение питательными веществами и закисление).

Количество и состав органических отходов. Количество органических отходов основано на предыдущих записях о разделении отходов для компостирования, поэтому используется функциональная единица 24.9 кг органических отходов на человека-1 в год-1. Состав и доля сортированных органических отходов основаны на предыдущих мероприятиях по мониторингу в этой местности. Другие параметры отходов (теплоемкость, производство метана, содержание питательных веществ) взяты из литературы.

Системы сбора и транспортировки.

- А. Пищевые отходы выбрасываются вместе с остатками в пластиковых пакетах, собираются и перевозятся на мусоросжигательный завод.
- В. Пищевые отходы разделяются в пластиковых контейнерах (без пакетов). Содержимое контейнера перевозится на склад и упаковывается в пакеты.
 - С. Пищевые отходы разделяются в бумажных пакетах.

Данные по экологическому воздействию от производства бумаги и пластиковых пакетов собраны у производителей или в доступных базах данных (EDIP/UIMP). Потребление автомобильного топлива при сборе отходов и расстояния транспортировки специфичны для муниципалитета. Данные о выбросах от транспортировочных машин взяты из открытых источников.

Сжигание органических отходов. Выбросы от сжигания пищевых отходов состоят из зольного остатка, золы уноса, шлама и выбросов в воздух. Зола уноса транспортируется для дальнейшей переработки, шлам и зольный остаток складируются на полигоне. Производство энергии на заводе велико в связи с извлечением тепла из отходящих газов (108%, если добавить производство электрической и тепловой энергии, 20.3% электричества и 87.7% теплоэнергии). Выбросы в воздух от сжигания отходов различаются в зависимости от состава сжигаемых отходов. Но предполагается, что некоторые выбросы в воздух (например, диоксины, СО, частицы, SO₂, NOx, HCl и HF) зависят от процесса и основаны на технологии на конкретном мусоросжигательном заводе. В исследовании использовались данные по выбросам этих соединений в конкретной местности.

Используемое и замещенное электричество и отопление. Использовались среднестатистические данные по производству энергии. т.е. электричество и тепло, произведенное мусоросжигательным заводом, использовалось для замещения среднестатистического шведского производства электричества и среднестатистического отопления в данной местности. Влияние этих данных было оценено в анализе чувствительности, где использовались два различных маргинальных метода производства энергии - в первом случае использовалось топливо, обладающее не очень большим потенциалом, а в другом с высоким содержанием ископаемого топлива. Они выбирались на основе текущих тенденций статистического распределения между разными источниками энергии Швеции. Сравнивалось количество электричества, произведенного угольной электростанцией и ветряной электростанцией. Сравнивались следующие технологии: маргинальная технология производства тепла на ТЭЦ на основе деревянной щепы (низкий потенциал) и альтернативный метод, основанный на теплоэнергии угля (высокий потенциал). Выбросы, связанные с производством электричества и тепла (NO,, эквивалент SO_2 , эквивалент C_2H_4 , $CO_2/\kappa \Gamma M B \Psi^{-1}$) взяты из баз данных и других источников.

Анаэробное брожение пищевых отходов. Пищевые отходы предварительно перерабатывались бумагорезательной машиной, чтобы открыть бумажные пакеты, и прессовались винтовым прессом. Информация о заводе по предварительной переработке (например, % остатков, потребление электричества и воды, содержание сухого вещества) основана на данных производителя. Органический субстрат смешивался с водой и транспортировался в цистерне 92 км на завод по производству биога-

за, где подвергался брожению совместно с другими отходами (навоз и остатки пищевых производств). Данные по содержанию метана, потреблению энергии, нежелательным потерям метана и т.д. собраны на реальном заводе по производству биогаза. Данные, не являющиеся специфичными для местности, использовались только в случае деградации органического вещества.

Варианты использования продукции переработки отходов.

Компост используется в приготовлении среды для выращивания замены торфяных, N, P и K удобрений. Количество замещенных коммерческих удобрений (P, K u N) основано на данных для конкретного района о содержании макроэлементов в компосте. Замещение торфа рассчитывается по массе. Доступность макроэлементов в компосте по сравнению с химическими удобрениями может сильно различаться. На основе литературных данных использовались величины 30%, 100% и 100% для N, P и K, соответственно. Влияние этих предположений было оценено в анализе чувствительности. Для того, чтобы результаты сценария анаэробного брожения можно было сравнить со сценарием компостирования, K сценарию были добавлены выбросы K0 и нитратов в объеме, в котором они предположительно соответствовали использованию дигестата на сельхозугодиях.

Использование биогаза и остатков от предварительной обработки. Тепло, произведенное при сжигании остатков от предварительной обработки пищевых отходов, предполагалось в качестве заменителя среднего регионального районного отопления (100%).

- С1. Произведенный биогаз предполагается использовать для производства топлива для транспорта (30%) и тепла (70% с КПД 85%). Произведенное тепло используется для внутренних нужд завода и для отопления района.
- С2. Произведенный биогаз предполагается использовать для совместного производства электричества и тепла (КПД 85%).

Использование дигестата. Использовались средние отчетные данные по использованию энергии для разбрасывания дигестата на сельхозугодиях. Доступность макроэлементов в дигестате по сравнению с использованием химических удобрений была установлена на 70%/100%/100% для N, P и K, соответственно. Пути выбросов азота оценивались на основе литературных данных: потери азота в виде газообразных продуктов от использования дигестата как источника аммиака были предположительно на уровне 5%; образование сильного парникового газа N_2 О также было взято из рекомендаций IPCC; для оценки фильтрации азота (в виде нитратов) в грунтовые воды и сток в поверхностные воды были раз-

работаны два сценария — для песчаной и суглинистой почвы (C1a, C1b). Оценка экологического воздействия от производства химических удобрений была основана на литературных данных для удобрений, используемых в Швеции.

Анализ чувствительности

Анализ чувствительности проводится с целью:

- Оценить влияние допущений относительно доли замещения и типа замещаемых товаров (энергии и удобрений);
- Оценить, в какой степени вариации в литературных данных относительно некоторых конкретных входных параметров влияют на результат
- Оценить воздействие развития технологии, как в системе переработки, так и в производстве замещаемых продуктов.

Впоследствии проводится модификация сценариев с изменением следующих параметров:

- тип энергии, используемой и заменяемой во всех сценариях (уголь против энергии ветра, ископаемое топливо против тепловой энергии биотоплива);
- потери N, коэффициент разделения между соединениями N и влиянием установки биофильтров в сценарии компостирования B; выбросы N_2O от компостной почвы или брожения на сельхозугодия, а также использование N в сценариях компостирования и брожения B и C;
- заменяемые удобрения, которые предполагается производить в соответствии с лучшими доступными технологиями (с целью снижения выбросов N_2O); сокращение утечки метана в производстве и очистке биогаза сценарии C; оптимизация методики применения продуктов брожения (с целью снижения выбросов аммония).

Результаты

Наибольшее снижение совокупного экологического воздействия наблюдается в сценарии C1a (анаэробное брожение с использованием биогаза в качестве автомобильного топлива и использование брожения песчаных почв). Вклад в глобальное потепление является наибольшим в сценарии A (сжигание) и наименьшим в сценарии C1, после которого идет C2 (анаэробная переработка). Вклад в закисление и перенасыщение питательными веществами является самым высоким в сценарии В (компостирование), в основном в результате выбросов аммиака в воздух во время компостирования. Высокий сток нитратов из глинистых почв ведет к большому вкладу в перенасыщение питательными веществами в сценарии C1b. Вклад в POF в целом является низким. Выбросы метана являются одним из основных вкладов в POF, и самый высокий вклад наблюдается в сценарии В в связи с выбросами метана в процессе компо-

стирования. Нежелательное высвобождение метана при биологической переработке в сценарии С компенсируется замещением производства и использованием биогаза в качестве автомобильного топлива и соответствующим предотвращением РОГ. Воздействие, связанное с ОDР, незначительно во всех сравниваемых сценариях. Результаты оценки экологических воздействий сведены воедино в таблице 4.7 и на рисунке 4.6.

Таблица 4.7 Экологическое воздействие при сценариях A, B, C1a, C1b и C2. Выбросы, вносящие вклад в GWP, POF, перенасыщение питательными веществами, закисление и ODP представлены как эквиваленты, связанные с каждой категорией воздействий (Bernstadandla CourJansen, 2011)

Сце-	Перенасыщение питательными веществами (кгв эквиваленте NO ₃)	Закисление (кгв эквиваленте SO_2)	РОГ (кгв эк-виваленте ${\rm C_2H_4}$)	ODР (в экви- валенте CFC-11)	GWP (кгв эквива- ленте CO ₂)
A	4,3	3,3	0,3	0,01	4230,1
В	1561,5	804,0	1,6	0,00	-4575,6
Cla	22,8	-82,6	-14,0	0,00	-9199,2
C1b	698,8	-82,6	-14,0	0,00	-9199,2
C2	741,9	-60,3	-6,5	0,00	-2908,2

Экологические воздействия в различных процессах цепи управления отходами представлены на рисунке 4.7. Сжигание органических отходов в сценарии А предполагает нулевой вклад в выбросы парниковых газов. Но для выброса несортированных пищевых отходов требуется слишком большое количество пластиковых пакетов; кроме того, входящие материалы, используемые в процессе сжигания (тепло и электричество) отягощают сценарий А, при этом производство энергии из влажных пищевых отходов не может полностью компенсировать их. Так как предполагается, что производимая энергия лишь в небольшой степени замещает средний уровень электричества и тепла для Швеции, производимый на базе ископаемого топлива, предотвращение GWP путем замещение энергии в сценарии А является низким.

Высокий вклад в перенасыщение питательными веществами и закисление при компостировании в основном связан с выбросами NH, в процессе аэробного разложения. Выбросы $\mathrm{CH_4}$, $\mathrm{N_2O}$ и $\mathrm{CO_2}$ также имеют место, но их уравновешивает замещение торфа и удобрений, что приводит к общему предотвращению GWP в сценарии В. Экологическое воздействие, связанное с энергией, требуемой для компостных реакторов, транспортировкой и используемыми конструкционными материалами не слишком важны для общего экологического воздействия.

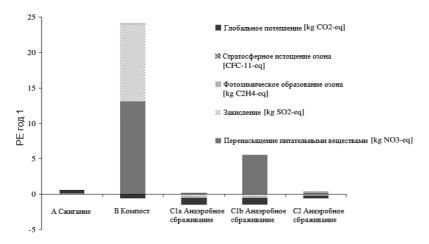


Рис. 4.6. Экологическое воздействие при сценариях A, B, C1a, C1b и C2 представлено в человеческом эквиваленте, связанном с оцениваемой категорией экологических воздействий (Bernstadandla CourJansen, 2011)

Сжигание отходов от предварительной переработки сортированных пищевых отходов и нежелательные выбросы метана при брожении и очистке биогаза вносят наибольший вклад в GWP в сценариях С1 и С2. Выбросы от транспорта производят малую часть общего экологического воздействия от анаэробной переработки. Выбросы аммиака при брожении на сельхозугодиях вносят наибольший вклад в закисление в сценариях С1 и С2. Использование брожения также дает наибольший вклад в перенасыщение питательными веществами при анаэробной переработке. Однако структура почвы может влиять на эти процессы в большой степени, так как сток нитратов в поверхностные воды сильно повышается с увеличением содержания глины в почве.

В целом, использование брожения и компоста от биологической переработки важно для общего экологического профиля этих вариантов. Замещение химических удобрений дигестатом может быть почти таким

же важным, как предотвращение негативного экологического воздействия от анаэробной переработки в качестве замены ископаемого топлива и теплоэнергии, произведенным биогазом.

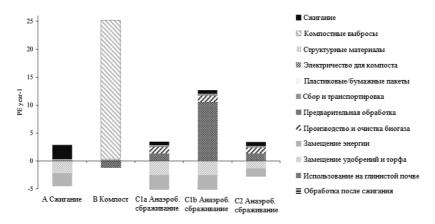


Рис. 4.7. Экологическое воздействие при сценариях A, B, C1a, C1b и C2, разделенное на различные процессы в цепи управления отходами как суммированная годовая оценка в человеческом эквиваленте GWP, POF, перенасыщения питательными веществами, закисления и ODP (Bernstadandla CourJansen, 2011)

Резюме и обсуждение

Результаты показывают, что анаэробное сбраживание с использованием биогаза и брожения в качестве замены топлива для транспортных средств и химических удобрений, соответственно, ведет к более значительному предотвращению глобального потепления и фотохимического формирования озона по сравнению с компостированием или сжиганием пищевых отходов. Биологические методы переработки — как анаэробные, так и аэробные, дают предотвращение выбросов GHG, но не вносят большего вклада ни в перенасыщение питательными веществами, ни в закисление по сравнению со сжиганием. Результаты в большей степени зависят от замещения энергии и выбросов при биологических процессах. Если предположить, что производимый биогаз заменяет электричество, производимое с использованием угля, тогда это предпочтительнее по сравнению с использованием биогаза в качестве топлива для автомобилей. Использование биогаза как замены угольной энергии также оказалось более предпочтительным по сравнению со сжиганием органических бытовых отходов. Это связано в основном с использованием пластиковых пакетов при сжигании (по сравнению с бумажными пакетами в анаэробных процессах) и с использованием биоудобрений (брожения) при анаэробной переработке в качестве заменителя химических удобрений при сжигании.

Конечный GWP от всего процесса различен: от вредного воздействия, эквивалентного $2.6\ \mathrm{kr}\ \mathrm{CO}_2$ на каждое хозяйство за год использования сжигания, до предотвращения выбросов, эквивалентного $5.6\ \mathrm{kr}\ \mathrm{CO}_2$ на каждое хозяйство за год использования анаэробного брожения и применения произведенного биогаза в качестве автомобильного топлива. Воздействия часто зависят от процессов, расположенных далеко от организации, принимающей решение, поэтому важен целостный подход и активное сотрудничество между лицами, имеющими отношение к цепи управления отходами.

Исследование является примером того, как оценка жизненного цикла может использоваться в качестве инструмента поддержки принятия решений для органов управления, влияющих на обращение с отходами, определяющих, какую стратегию использовать для выполнения национальных задач; данный метод может использоваться для сравнения экологических воздействий различных методов переработки органических отходов. ОЖЦ также может использоваться для определения «горячих точек» с высоким экологическим воздействием в цепи переработки, а это важнейший шаг к оптимизации цепи.

Как бы то ни было, исследование также показывает, что результаты такой оценки могут быть сложными, и они - выбор между альтернативами с лучшими экологическими показателями в некоторых аспектах и худшими в других, а также относительные истины, так как результаты и заключения, основанные на оценке, всегда зависят от изначально сделанных допущений. Экологический профиль энергии и материалов, замещенных продуктами, произведенными в цепи обращения с отходами, и допущения, связанные с выбросами, оказывают сильное воздействие на результаты и потенциально могут изменить иерархию сравниваемых альтернатив.

Глава 5. НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Понятие «наилучшие доступные технологии». История вопроса

В соответствии с текстом ст.1 Федерального закона от 10.01.2002г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» используется следующее определение: «Наилучшая существующая технология — технология, основанная на последних достижениях науки и техники, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду и имеющая установленный срок практического применения с учетом экономических и социальных факторов» [1]. В настоящее время в стране продолжается процесс гармонизации экологического законодательства с нормами международного права [2].

Задолго до принятия закона №7 ФЗ в России существовал ряд ГО-СТов по ресурсосбережению, т.к. в то время наилучшей считалась технология с наименьшими потерями ресурсов при производственной деятельности. Существовали и льготы для предприятий, внедряющих прогрессивные технологии.

В 2007 г. был принят Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 14.13 -2007 «Оценка интегрального воздействия объектов хозяйственной деятельности на окружающую среду в процессе производственного экологического контроля», который вступил в действие 01.01.2009. Согласно стандарту «Наилучшие доступные технологии: Технологические процессы и способы проектирования, строительства, управления, обслуживания, эксплуатации и прекращения эксплуатации промышленных установок, основанные на последних достижениях науки и техники, достигнутые для практического применения с учетом экономических, а также социальных факторов и направленные на снижение негативных воздействий технологических отходов на окружающую среду, жизнь и здоровье людей» [3].

Переход производства на наилучшие доступные технологии связан с принятием в июле 2014 года Федерального закона о Внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской федерации [4].

Принцип применения наилучших доступных технологий взят за основу нормирования экологически опасных предприятий в большинстве стран. К «доступным» относятся те технологии, которые разработаны с

учетом экономических и технических реалий, «наилучшие» - наиболее эффективные для достижения высокого уровня защиты окружающей среды в целом.

5.2. Нормативная база Европейского союза в области наилучших доступных технологий

5.2.1. Законодательство и справочные документы Европейского союза

Общепризнанной и наиболее разработанной в отношении наилучших доступных технологий является система природоохранного законодательства, принятая Европейским Союзом. Данная правовая система в значительной мере является законодательством прямого действия и, в отличие от некоторых рамочных законов Российской Федерации, не нуждается в дополнительном толковании актами каких-либо органов власти [2]. Система охватывает почти все основные вопросы охраны окружающей среды и природопользования. И самым главным является то, что нормы ЕС есть результат компромиссного равноправного диалога между обществом, государством и бизнесом.

Термин НДТ был впервые введен в Европейское законодательство в 1976 г. в Директиве «Опасные вещества». В Директиве ЕС 84/360 "Борьба с загрязнением воздуха крупными промышленными предприятиями" использовалось определение «наилучшие доступные технологии, не требующие чрезмерных затрат» (Best availabel techniques not entailing excessive coasts (BATNEEC) [4].

Наиболее важным из числа принятых за последнее время документов в сфере использования НДТ в ЕС является Директива 96/61/ ЕС IPPC, которая вступила в силу 31 октября 1996 года. В целях создания равновесия между требованиями минимизировать загрязнение и реальными техническими возможностями Директивой предусмотрено применение механизма расчета показателей воздействия на основе «наилучших доступных технологий».

Данная директива по окончании срока действия заменена на Директиву 2008/1/ЕС от 15.01.2008 г. «О комплексном предотвращении и контроле загрязнения». В директиве также содержится определение термина НДТ как наиболее эффективной и передовой стадии в развитии производственной деятельности и методов эксплуатации объектов, которая указывает на практическую пригодность определенных технологий для создания основы расчета предельных величин загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, для предотвращения или, если это практически невозможно, сокращения негативного воздействия на окружающую среду в целом [5].

В понятие «технология» в данном случае включено как собственно используемая технология, так и способы, которые применяются при проектировании, строительстве, обслуживании, эксплуатации и ликвидации установок (сооружений).

Термин «доступные» означает технологии, уровень развития которых делает возможным их внедрение в соответствующей отрасли промышленности с учетом экономической и технической целесообразности, а также затрат и выгод независимо от того, используются ли они внутри государства, и в том случае, если они могут обоснованно считаться приемлемыми и доступными [2].

Понятие «наилучшие» означает наиболее эффективные технологии для обеспечения высокого уровня защиты окружающей среды в целом, учитывая при этом потенциальные выгоды и затраты, которые могут явиться следствием осуществления или неосуществления каких-либо действий. Важным моментом является то, что при выборе НДТ для конкретного предприятия анализируются как полезный эффект, так и издержки и учитываются местные условия.

Директивой 2008/1/ЕС отмечено, что требование о применении НДТ распространяется только на отрасли экономики, эксплуатация наиболее крупных предприятий которых, связана с существенным воздействием на окружающую среду.

При отнесении технологии к НДТ в соответствии с приложением IV к Директиве 2008/1/ЕС во внимание должны приниматься следующие аспекты:

- малоотходность технологии;
- использование менее вредных веществ;
- стимулирование регенерации и рециркуляции веществ, производимых в данном технологическом процессе, и отходов, где это возможно;
- наличие сравнимых технологических процессов, производственного оборудования или методов эксплуатации, которые были с успехом апробированы на промышленном уровне;
 - технический прогресс и развитие научных знаний и концепций;
 - характер, воздействие и объем выбросов;
 - дата ввода в действие новых или реконструированных объектов;
- период необходимый для внедрения лучших из имеющихся технологий:
- потребление и характер сырья (включая воду), используемого в технологическом процессе, и эффективность энергопотребления;

- необходимость предотвращения или сведения к минимуму общего воздействия выбросов на окружающую среду и опасностей, которым она подвергается;
- необходимость предотвращения аварий и сведения к минимуму их последствий для окружающей среды;
- информация, публикуемая Еврокомиссией в соответствии со ст. 16 Директивы или международными организациями [2].

Какие технологии относятся к наилучшим доступным, можно узнать из выпускаемых справочных документов по НДТ (BREF, BAT reference documents). Справочный документ по НДТ составляется на 7 - 10 лет, для его переработки требуется более двух лет [4, 5, 6, 7].

В Европейском Бюро по Комплексному контролю и предотвращению загрязнений (ККПЗ) трудится около 15 сотрудников, входящих в состав отдела по вопросам конкурентоспособности и устойчивого развития и потребления Института Перспективных Технологических Исследований, который является Генеральным Директоратом Объединенного исследовательского центра.

Основная цель создания справочников — это систематизация сведений о внедренных на предприятиях технологических, технических и управленческих решениях, направленных на защиту окружающей среды. Основной инструмент — обмен информацией («Севильский процесс») о характеристиках (технологических параметрах) решений, направленных на защиту окружающей среды [8].

Справочными документами по НДТ не предписывается использование какой-то одной технологии, а предлагается некий диапазон уровней выбросов/сбросов, которые можно достичь, применяя различные имеющиеся на рынке наилучшие технологии и оказывающие наименьшее воздействие на окружающую среду. И хотя предприниматель вправе выбрать любую технологию, даже отсутствующую в справочном документе по НДТ, но аналогичную, он в любом случае обязан соблюдать установленные комплексным разрешением требования.

Формально справочники делят на две группы: «вертикальные» и «горизонтальные». «Вертикальные» справочники подготовлены для применения в одной или нескольких отраслях экономики, перечисленных в приложении №1 к Директиве 2008/1/ЕС. «Горизонтальные» справочники применимы ко всем отраслям экономики.

При внедрении системы НДТ в Европейском союзе создано 25 отраслевых справочников кроме того ожидаются справочники «Деревянные панели», «Химическая защита продукции из леса». Также создано 8 межотраслевых справочников НДТ: Очистка производственных сточных

вод и отходящих газов и системы управления в химической промышленности; Системы охлаждения (промышленные); Выбросы и сбросы (вредных веществ при хранении сыпучих и опасных материалов); Обращение с отходами; Обращение с отходами и пустыми породами горнорудной деятельности; Общие принципы (производственного экологического мониторинга); Экономические аспекты и вопросы воздействия на различные компоненты окружающей среды; Энергоэффективность (эффективное использование энергии).

Стандартная структура справочника выглядит следующим образом:

Основные положения

Предисловие

Глава 1. Используемые процессы/технологии

Глава 2. Уровень потребления и выбросов

Глава 3. Технологии, претендующие на получение статуса НДТ

Глава 4. Наилучшие доступные технологии

Глава 5. Новые технологии

Глава 6. Заключение (предложения для научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ).

Справочники по НДТ пересматриваются в связи:

- с изменениями в научных знаниях и понятиях;
- развитием технологий (и их изменением);
- изменением методов и успешным использованием новых экологических процессов в промышленности;
 - изменением НДТ.

В общем виде во всех справочниках НДТ содержится следующая информация:

- обзор состояния и развития отрасли (общая информация о состоянии рассматриваемой отрасли промышленности и о производственных процессах, используемых в данной отрасли; краткий обзор структуры и характера отрасли и ключевых проблем экологической безопасности и потребления невозобновляемых ресурсов, характерных для отрасли);
- обобщенные сведения (по отрасли) об удельных характеристиках ресурсо-, -энергопотребления и удельных экологических характеристиках (данные относительно уровней потребления сырья и энергии на единицу выпускаемой продукции; сведения об удельных выбросах, сбросах и объемах образования отходов, отражающих ситуацию на объектах хозяйственной деятельности в период написания справочника);
- детальные сведения о технологических, технических решениях, особенностях эксплуатации оборудования и прочее (методы повышения ресурсо- и энергоэффективности производства; приемы предотвраще-

ния воздействия на окружающую среду, сокращения выбросов, сбросов и образования отходов; удельные значения потребления сырья, материалов и энергии, а также удельные значения выбросов, сбросов и образования отходов, рассматриваемые как достижимые при использовании технологий);

- экономические сведения, сроки применения технологий и технологических решений, информация о перспективных разработках (информация о затратах, экономии, капитальных и эксплуатационных затратах и других способах, которыми технология может оказать воздействие на экономические показатели процесса; информация относительно новейших разработок (не внедренных) в секторе, которая может использоваться как ориентир для будущей работы);
- описание наилучших доступных технологий (краткое описание управленческих решений (систем экологического и, в ряде случаев, энергетического менеджмента); краткое описание технологических решений, отнесенных к НДТ (для отрасли в целом и для подотраслей); краткое описание технологических (техники защиты окружающей среды) решений, отнесенных к НДТ) [8].

Таким образом, Европейские Справочные документы по НДТ: доступны для ключевых отраслей промышленности (ЕС), а также для животноводства; разрабатываются в результате сравнительного анализы достижений предприятий отрасли (ЕС); служат источником информации для установления условий комплексных экологических разрешений (потребления ресурсов, выбросов, сбросов, отходов и пр.); в определенной степени используются при разработке российских справочников.

5.2.2. Требования НДТ в целлюлозно-бумажной промышленности

До принятия Директивы 96/61/ЕС от 24 сентября 1996 г. требования к НДТ были установлены в рекомендациях ХЕЛКОМ. Для снижения сбросов загрязняющих веществ от производств сульфатной варки целлюлозы в регионе Балтийского моря был предложен целый комплекс НДТ 1995 г., приведенный в действующей рекомендации ХЕЛКОМ № 7/8 от 13.03.1996. Требования касаются снижения выбросов и сбросов загрязняющих веществ путем очистки, применения замкнутой системы водоснабжения, регенерации реагентов, применения безвредных для окружающей среды реагентов [2].

Современные требования НДТ в целлюлозно-бумажной промышленности действуют в соответствии с п. 6.1. Приложения 1 к Директивам 96/61/ЕС и 2008/1/ЕС. Требования Директивы установлены для предприятий по производству: целлюлозы из древесины или иных волок-

нистых материалов; бумаги и картона с производительностью свыше 20 тонн в день.

На предприятиях, работающих на старой технологической платформе, большой проблемой являются связанные с производством сбросы сточных вод, выбросы в атмосферу и энергопотребление. Для сокращения сбросов загрязняющих веществ со сточными водами, снижения выбросов и сокращения отходов рекомендуется ряд НДТ.

Наилучшие доступные технологии не дадут максимально ожидаемого эффекта без решения других важных моментов. Наиболее эффективной мерой с точки зрения сокращения объемов выбросов/потребления, а также повышения экономической эффективности является реализация технологий по сокращению воздействия, а также наилучших доступных процессов в сочетании с нижеследующими элементами:

- подготовка, обучение и мотивация персонала и операторов;
- оптимизация технологического контроля;
- достаточный уровень технического обслуживания технологических установок и соответствующих технологий, целью которых является сокращение вредного воздействия;
- система экологического контроля, которая обеспечивает оптимизацию механизмов управления, повышает осознание необходимости охраны окружающей среды и включает в себя цели и мероприятия, технологические инструкции и инструкции по выполнению работ, и т.д. [9, 11].

Сульфатная варка является основным процессом производства целлюлозы во всем мире ввиду повышенной прочности целлюлозы и возможности ее использования со всеми видами древесины. Производство сульфитной целлюлозы намного более ограничено. Производство целлюлозы обоими методами может осуществляться с использованием различных химических реагентов для варки. Во многих отношениях процессы производства сульфатной и сульфитной целлюлозы схожи, причем не последними по значимости являются возможности реализации мер как внутреннего, так и внешнего характера с целью снижения выбросов и сбросов в окружающую среду. Основные различия между двумя процессами химической варки целлюлозы с экологической точки зрения относятся к химическим характеристикам процесса варки, системе химической подготовки и регенерации и менее интенсивного отбеливания, необходимого ввиду большей первоначальной яркости сульфитной целлюлозы.

При сульфатной и сульфитной варке целлюлозы основными проблемами являются сбрасываемые сточные воды, выбросы в атмосферу, включая газы с неприятными запахами, а также энергопотребление. В некоторых странах экологической проблемой также являются отходы. Основным сырьем являются возобновляемые ресурсы (древесина и вода), а также химреагенты для варки и отбеливания.

Считается, что к наилучшим доступным технологиям для предприятий по производству целлюлозы обоими методами относятся:

- сухая окорка древесины;
- более высокая степень делигнификации до этапа отбелочной установки посредством более длительной или измененной варки и дополнительных этапов кислородной обработки;
- высокоэффективная промывка и сортировки небеленой целлюлозы с замкнутим циклом водоснабжения;
- технология отбеливания с использованием двуокиси хлора в качестве отбеливающего реагента с низким содержанием адсорбируемых органических галогенидов либо технология отбеливания с полным прекращением использования хлора;
- обеспечение наличия буферных цистерн достаточной емкости для хранения утечек растворов для выварки и регенерации, а также грязных конденсатов с целью предотвращения неожиданных максимальных нагрузок и периодических нарушений в работе установки по очистке внешних сточных вод;
- в дополнение к мерам, являющимся составной частью технологического процесса, первичная очистка и биологическая очистка рассматриваются в качестве наилучшей доступной технологии для предприятий по производству сульфатной целлюлозы.

Дополнительно для производства сульфатной целлюлозы:

- переработка и повторное использование некоторой, главным образом щелочной технической воды, получаемой в результате работы отбелочной установки;
- эффективная система контроля утечек, герметизации и восстановления:
- отгонка и повторное использование конденсата из установки для выпаривания;
- достаточная мощность установки для выпаривания «черного щелока», а также котла-регенератора для работ при дополнительной нагрузке раствора и сухих веществ;
 - сбор и повторное использование чистой воды для охлаждения.

Дополнительно для производства сульфитной целлюлозы:

- замкнутая система водоснабжения отбелочного цеха при варке целлюлозы на натриевом основании. Выбросы отходящего газа из различных источников рассматриваются в качестве еще одной актуальной экологической проблемы. В справочниках по НДТ для предприятий по производству сульфатной и сульфитной целлюлозы, представлены данные по рекомендуемым объемам выбросов загрязняющих веществ и предложены мероприятия для снижения выбросов в атмосферу.

Также в справочниках по НДТ рассматриваются мероприятия для снижения сбросов загрязняющих веществ в гидросферу и предлагаются данные по содержанию загрязнителей и показателей ХПК и БПК в стоках.

Наилучшей доступной технологией, которая позволяет добиться снижения объемов отходов, является повышение выхода целлюлозы из древесины, минимизация получаемых отходов, а также, по возможности, регенерация, переработка и повторное использование данного сырья. Отдельный сбор и промежуточное хранение компонентов отходов у источника могут способствовать достижению данной цели. В случае, если собранные отходы не могут быть повторно использованы в технологическом процессе, технологиями НДТ считаются утилизация отходов вне производства целлюлозы или сжигание органических веществ в специальных котлах с получением тепловой энергии.

Для снижения потребления выработанного пара и электроэнергии, а также для увеличения производства пара и электроэнергии в рамках предприятия, можно принять ряд мер. Предприятия по производству целлюлозы способны обеспечить себя теплом и энергией, используя тепло, получаемое от упаривания черного щелока, а также при сжигании коры и древесных отходов.

Кроме выше изложенного в справочнике по НДТ для целлюлознобумажной промышленности рассматриваются наилучшие доступные технологии при механическом и химико-механическом производстве целлюлозы, НДТ в переработке макулатуры, производстве бумаги и картона [9, 11].

5.3. Законодательные и нормативные акты Российской Федерации в сфере наилучших доступных технологий

Термин «наилучшая существующая технология» (НСТ) в России установлен федеральным законом «Об охране окружающей среды» [1].

Процесс перехода производств на наилучшие доступные технологии начался в июле 2014 года. Был принят Федеральный закон от 21.07.2014 года N 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», согласно которому предприятия должны внедрять экономиче-

ски рентабельные технологии, минимизирующие образование отходов и выбросов. Цель государственного регулирования природопользования на основе HДT — это создание условий для развития промышленности (бизнеса), повышения конкурентоспособности при одновременном снижении уровня негативного воздействия на окружающую среду.

«Наилучшая доступная технология — технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения».

Понятие «технологии» относится как к используемым технологиям, так и к способам проектирования, создания, обслуживания, эксплуатации и вывода предприятий из эксплуатации. Такой подход соответствует международному пониманию термина techniques и предусматривает отнесение к разряду наилучших доступных технологий современных систем экологического и энергетического менеджмента. «Доступные технологии» означают технологии, разработанные в масштабах, позволяющих их внедрить в соответствующей отрасли промышленности экономически и технически осуществимым способом с учетом соответствующих затрат и выгод. «Наилучшие» означают позволяющие наиболее эффективным способом достичь общего высокого уровня защиты окружающей среды в целом.

Пояснение определения расширяется в других статьях закона (ст. 23, п. 14, № 219-Ф3), которая вносит в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» новую статью 28.1 «Наилучшие доступные технологии» [3].

Технический комитет (ТК) «Наилучшие доступные технологии» создан Приказом Россандарта 01.08.2014 № 1236 (изм. 14.12.2015) «О создании ТК НДТ». Технический комитет призван обеспечить российские предприятия различных отраслей промышленности документами по стандартизации в сфере НДТ — Информационно-техническими справочниками, стандартами и документами «второго уровня» [10]. Ведение секретариата ТК НДТ поручено Всероссийскому научно-исследовательскому институту стандартизации материалов и технологий.

Распоряжением Правительства РФ от 31 октября 2014 г. № 2178-р утвержден поэтапный график создания в 2015 - 2017 годах отраслевых справочников наилучших доступных технологий, а постановлением Правительства РФ от 23 декабря 2014 г. № 1458 утверждены [15] Правила определения технологии в качестве НДТ, а также разработки, акту-

ализации и опубликования информационно-технических справочников по НДТ [15, 16].

В задачи Технического комитета НДТ входят: экспертиза проектов справочников на соответствие требованиям, установленным к их содержанию и структуре в документах национальной системы стандартизации, подготовка заключений по каждому проекту справочника; направление в рабочие группы заключений о соответствии или несоответствии проектов справочников требованиям, установленным к их содержанию и сруктуре в документах национальной системы стандартизации.

Весь процесс перехода на наилучшие доступные технологии (НДТ), по оценкам властей, займет от 7 до 14 лет и в конечном итоге даст снижение экологического воздействия на окружающую среду по стране на 75-80%. Применение НДТ является наиболее эффективным решением для обеспечения общего высокого уровня охраны окружающей среды, сбережения материальных и энергетических ресурсов.

Распоряжением Правительства РФ от 24.12.2014 № 2674-р утвержден Перечень областей применения НДТ» [17].

Приказом главы Росстандарта от 30 декабря 2014 года утверждены предварительные национальные стандарты по тематике «Наилучшие доступные технологии». Всего подписано три документа: ПНСТ 21-2014 «Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника» [12]; ПНСТ 22-2014 «Наилучшие доступные технологии. Термины и определения» [13]; ПНСТ 23-2014 «Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий» [14]. Срок годности предварительных стандартов - с 1 января 2015 года по 1 января 2018 года. Термины и определения принятых предварительных стандартов очень близки к тем, что распространены за рубежом.

В 2015 году создано российское бюро НДТ, которое: подготавливает предложения по кандидатурам для включения в состав рабочих групп; руководит деятельность рабочих групп; устанавливает сроки и этапы работ, выполняемых рабочими группами; разрабатывает унифицированные шаблоны; организует публичное обсуждение проекта справочника; организует экспертизу в Техническом комитете НДТ на предмет соответствия проекта справочника требованиям национальной системы стандартизации; представляет проект справочника в уполномоченный орган; создает и обеспечивает работу информационных систем, необходимых для определения технологических процессов, оборудования, технических способов, методов в качестве НДТ, а также для разработки и актуализации справочников [18].

Отнесение технологий к НДТ регулируется приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31 марта 2015 г. № 665 «Об утверждении Методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии».

Приказом Росстандарта от 20.10.2015 № 1225 утвержден порядок формирования и осуществления деятельности технической рабочей группы (ТРГ), а приказом от 30.11.2015 № 1484 утвержден Порядок утверждения справочников НДТ.

В 2015 — 2017 гг. в России должны быть разработаны 47 (отраслевых и межотраслевых) справочников. К концу 2015 года разработаны первые 10 справочников НДТ для российских предприятий. Это справочники:

- Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона
- Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот
 - Производство меди
 - Производство керамических изделий
 - Производство стекла
 - Производство цемента
 - Производство извести
- Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях
 - Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов)
- Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов.

5.4. Справочник НДТ

5.4.1. Справочник НДТ «Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона»

Справочники НДТ являются лишь одним, хотя и очень важным элементом системы экологических разрешений на деятельность промышленных и сельскохозяйственных предприятий, представляющих угрозу природе. Структура российских и зарубежных справочников НДТ диктуется самим предметом описания: обзор экологических проблем отрасли, применяемые в отрасли технологии, выбор, исходя из определенных заранее критериев, какая технология является НДТ, обзор перспективных технологий, которые, возможно, станут НДТ завтра, но сегодня их экономическая доступность не гарантирована. Поэтому российские справочники очень близки по структуре к зарубежным. Это же касается и терминологии. Различия могут быть только в формулировке, но ис-

ходные принципы остаются общими. Поскольку одна из целей нового подхода к государственному регулированию природопользования - гармонизация российского природоохранного законодательства с зарекомендовавшими себя международными подходами».

Для реализации распоряжений правительства в декабре 2014 г. Росстандартом создано Бюро наилучших доступных технологий (Бюро НДТ) [19]. В данное время в Российской Федерации осуществляется разработка информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям. Технические рабочие группы анализируют экологическую результативность и энергоэффективность отечественных предприятий и обсуждают технологические, технические решения, идентифицируемые как НДТ, а также технологические показатели, которые станут основой для определения условий комплексных экологических разрешений.

Справочник НДТ «Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона» является документом по стандартизации, разработанным в результате анализа технологических, технических и управленческих решений, применяемых при производстве целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона. Справочник НДТ разработан технической рабочей группой № 1, состав которой утвержден приказом Росстандарта от 17 июля 2015 г. № 827 «О технической рабочей группе «Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона» [20].

Справочник НДТ содержит описание применяемых при производстве целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона технологических процессов, оборудования, технических способов, методов, в том числе позволяющих снизить негативное воздействие на окружающую среду, водопотребление, повысить экономичность, конкурентоспособность, энергоэффективность, ресурсосбережение. Из описанных технологических процессов, оборудования, технических способов, методов определены решения, являющиеся наилучшими доступными технологиями (НДТ). Для НДТ в справочнике установлены соответствующие технологические показатели [21].

Разработан справочник с учетом справочника Европейского союза по НДТ «Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона» (European Commission. Best Available Techniques (BAT), Reference Document for the Production of Pulp Paper and Board, 2015) [22] и особенностей производства целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона в Российской Федерации.

Утвержден справочник НДТ приказом Росстандарта от 15 декабря 2015 г. № 1571, введен в действие с 1 июля 2016 г.

В первом разделе справочника представлена информация о состоянии и уровне развития в Российской Федерации производства целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона, а также приведен краткий обзор экологических аспектов. В разделе 2 находятся сведения о технологических процессах, применяемых в ЦБП на отдельных технологических участках. В третьем разделе дана оценка потребления энергоресурсов и уровней эмиссий в окружающую среду, характерных для производства целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона в Российской Федерации. В четвертом разделе описаны особенности подходов, примененных при разработке данного справочника НДТ и в целом соответствующих Правилам определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии. Пятый раздел посвящен краткому описанию НДТ для производства целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона, включая: - системы экологического и энергетического менеджмента, контроля и мониторинга технологических процессов; - технические и технологические решения для повышения энергоэффективности, ресурсосбережения, снижения эмиссий загрязняющих веществ, методы обращения с отходами и побочными продуктами производства. В разделе 6 приведены доступные сведения об экономических аспектах реализации НДТ на предприятиях Российской Федерации. В седьмом разделе рассматриваются сведения о новых технологических и технических решениях (не применяемых в России на момент подготовки справочника), направленных на повышение энергоэффективности, ресурсосбережения, снижение эмиссий загрязняющих веществ, эффективное обращение с отходами, промежуточными и побочными продуктами в целлюлозно-бумажном производстве [21].

В соответствии с Методическими рекомендациями, утвержденными приказом Министерством промышленности и торговли Российской Федерации от 31 марта 2015 г. № 665 «Об утверждении Методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии». Отнесение применяемой технологии к НДТ осуществляется с учетом группы критериев:

- наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем производимой продукции либо соответствие другим показателям воздействия на окружающую среду, предусмотренным международными договорами Российской Федерации:
 - экономическая эффективность внедрения и эксплуатации;
 - период внедрения;
- промышленное внедрение технологических процессов, оборудования, технических способов, методов на двух и более объектах в Россий-

ской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

В первую очередь рассматривается критерий промышленного внедрения процессов, оборудования, технических способов, методов на 2 и более объектах в Российской Федерации, затем остальные критерии.

5.4.2. НДТ в целлюлозно-бумажной промышленности

Технологии, относящиеся к НДТ [23], при производстве сульфатной целлюлозы, позволяющие сократить потребление сырья, воды, энергии, снизить эмиссии в окружающую среду, образование отходов и факторы их реализации представлены в таблице 5.1

Таблица 5.1 Технологии, относящиеся к НДТ, при производстве сульфатной целлюлозы

N₂	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
1	2	3	4
1	Сухая окорка древесины	При переходе на сухой способ окорки древесины расход воды значительно уменьшается.	Сухая окорка уменьшает объемы общего содержания взвешенных частиц в сточных водах, ХПК и БПК, помогает снизить количество органических соединений, (смоляные кислоты), выщелачивающихся из коры и попадающих в потоки сточных вод
2	Продленная модифицированная варка целлюлозы	Более высокий уровень делигнификации с сохранением выхода целлюлозы, низкое содержание отходов, более низкая температура варки, существенная экономия энергии, повышение белимости целлюлозы. Низкое потребление химикатов на отбелку, сокращение сбросов загрязняющих веществ со сточными водами	За счет перевода на модифицированную непрерывную или периодическую варку производительность варочных установок может снизиться. Для новой периодической варочной установки предусматривают котлы большего объема
3	Замкнутая система сортирования и эффективная промывка небеленой целлюлозы	Снижение содержания органических соединений в сточных водах, сокращение или отсутствие сброса сточных вод от промывки и сортирования на очистные сооружения	Увеличение потребления пара на выпаривание черного щелока.

№	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
4	кислородно-ще- лочная делигни- фикация	За счет снижения жесткости целлюлозы, поступающей на отбелку, обеспечивается сокращение расхода химикатов на отбелку и сброса загрязняющих веществ от отбельной установки на очистные сооружения	При организации ступени кислородной делигнификации на существующих заводах требуется учитывать увеличение нагрузки на систему регенерации химикатов
5	ЕСF-отбелка и производство химикатов для нее	Основная цель — сокращение сбросов АОХ. При ЕСГотбелке может быть достигнут уровень содержания АОХ <0,2 кг/в. с. т. Образование 2,3,7,8-ТСDD и 2,3,7,8-ТСDF снижается до не обнаруживаемого уровня. Предотвращается образование хлорфенолов и хлороформа, уменьшается образование хлорсодержащих органических соединений (АОХ) до уровня в 0,2—1,0 кг/т в. с. ц. (до очистки сточных вод на внеплощадочных очистных сооружениях)	Зависит от приоритетов производства сульфатной беленой целлюлозы по стоимости химикатов, эксплуатационным затратам, выходу целлюлозы, гибкости эксплуатации и специфическим ограничениям процесса. Перевод действующего предприятия на ЕСГотбелку часто требует модернизации линий по производству волокна и установок получения диоксида хлора
6	Отдувка и повторное использование загрязненных конденсатов после очистки в стриппинг-колонне	Снижение нагрузки по XПК на очистные сооружения; снижается расход энергии на аэрацию, расход энергии и химикатов на обработку избыточного активного ила; устранение запаха грязных конденсатов; снижение потребления свежей воды; отходящие газы от стриппинг-колонны могут заменить топливо, тем самым сэкономить мазут или природный газ. Снижение содержания общей восстановленной серы и метанола в выбросах в атмосферу	Снижение нагрузки по ХПК на очистные со- оружения и экономия свежей воды при произ- водстве целлюлозы
7	Частичное замы- кание водооборота отбельного цеха	В современных схемах ЕСГ- отбелки с противоточной промывкой и частичным за- мыканием фильтратов расход сточных вод составляет около 15—20 м3/в. с. т. (зависит от типа применяемого промыв- ного оборудования). Сниже- ние количества сточных вод и нагрузки по ХПК на очистные сооружения	Требуется запас по про- изводительности и до- полнительный расход пара на упаривание в случаях, когда раство- ренные органические вещества со сточными водами отбельной уста- новки поступают на вы- парную станцию и далее на СРК

№	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
8	Частичное или полное повторное использование чистой охлаждающей воды	На предприятиях ЦБП образуется большое количество нагретых в тепловыделяющем оборудовании вод. Частичное или полное повторное использование этих вод позволяет обеспечить минимальное потребление свежей воды, снизить количество сбрасываемых в водоем сточных вод и тем самым уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду	Если чистая охлаждающая вода сбрасывается в канализацию, с целью снижения гидравлической нагрузки на внеплощадочные очистные сооружения ее не следует смешивать с загрязненными производственными сточными водами. Это мероприятие приведет к большей эффективности процесса очистки сточных вод и уменьшит затраты на очистку
9	Рекуперация тепла при производстве целлюлозы, бума- ги, картона	Утилизация тепла отработанной паровоздушной смеси в сушильной части сушильной машины, БДМ/КДМ является важнейшим направлением использования вторичных энергетических ресурсов в целях увеличения КПД сушильной части и экономии топливноэнергетических ресурсов.	
10	Буферные емкости для сбора про- течек	При хорошем управлении процессом и наличии установок для локализации случайных переливов и утечек, а также при наличии системы регенерации и 5—10%-ной дополнительной мощности выпарной установки можно достичь снижения нагрузки по ХПК на очистные сооружения	Меры по внедрению данной технологии должны выполняться по природоохранным соображениям безопасности технологического процесса
11	Замкнутый цикл регенерации хи- микатов для варки целлюлозы	Теплосодержания упаренного черного щелока как топлива обычно достаточно, чтобы полностью обеспечить завод по производству сульфатной целлюлозы теплом и электро-энергией. Температура горения повышается с увеличением содержания сухого вещества в щелоке, возгоняется большое количество натрия, который затем реагирует с серой, снижая тем самым выбросы соединений серы из регенерационного котла	

No	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
12	Сбор и разложение сульфатного мыла	Сокращение простоев выпарной станции на промывку и сокращение расхода свежего пара на выпаривание щелоков. Сокращение выбросов сероводорода от производства сырого таллового масла. Сокращение потребления серной кислоты на разложение мыла	Меры по внедрению данной технологии должны выполняться по природоохранным соображениям безопасности эксплуатации
13	Выделение и сбор скипидара	Сокращение сбросов терпентинов	Меры по внедрению технологии должны выполняться по природоохранным соображениям и соображениям безопасности эксплуатации
14	Сбор слабых и крепких газов с последующим сжиганием в специализированных печах, ИРП, СРК	Суммарные выбросы восстановленной серы в виде дурнопахнущих газов могут быть снижены более чем на 99 % только путем сбора и сжигания концентрированных неконденсируемых газов. Это оказывает существенное влияние на улучшение качества воздуха	Уменьшение выбросов дурнопахнущих газов
15	Сжигание черного щелока при кон- центрации более 72 %	При повышении концентрации щелока, поступающего на сжигание в СРК, до 80 % снижаются выбросы серы в атмосферу.	Предприятия по про- изводству сульфатной целлюлозы могут стол- кнуться с проблемой вы- бросов диоксида серы, которые можно снизить при сжигании в регене- рационном котле шелока с повышенным содержа- ния сухих веществ. По- вышение мощности ре- генерационного котла на 4% - 7% также является весомым аргументом для предприятия
16	Улучшенная промывка шламов от регенерации химикатов	Снижение концентрации Na ₂ S в известковом шламе, уменьшение образования H ₂ S в известерегенерационной печи в процессе обжига шлама	Снижение содержания H_2S и дурнопахнущих органических восстановленных соединений серы и, соответственно, запаха от дымовых газов известерегенерационной печи
17	Обезвоживание отходов цикла регенерации химикатов	Снижение объема шламов, вывозимых на полигоны. Снижение потерь химикатов в цикле регенерации	Применимо на новых и существующих предприятиях. Сокращение объема вывозимых отходов

No	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
18	Электрофильтры после СРК, ИРП, котла для сжигания коры и осадков очистных сооружений	Снижение выбросов пыли в воздух	Снижение выбросов
19	Котлы для сжигания коры и осадков очистных сооружений, непровара и топливоподготовка для них	Сокращение добычи ископа- емого топлива, сокращение покупной электроэнергии и тепла, сокращение территорий, отведенных под полигоны и отвалы производственных от- ходов, возможность дальней- шего использования уловлен- ной золы и донного осадка в строительстве и производстве строительных материалов, со- кращение выбросов парнико- вых газов	Зависимость производства от покупной электроэнергии и тепла. Снижение себестоимости продукции
20	Биологическая очистка сточных вод	Процесс с использованием активного ила. Обычные значения степени снятия БПК составляют 85 % — 98 %, удаления ХПК — 60 % — 85 %, уменьшение содержания АОХ — 40 % — 65 %. Сокращение сбросов в водоемы, снижение загрязнения окружающей среды	Биологическую очистку активным илом предпочтительнее использовать в тех случаях, когда необходима высокая или очень высокая эффективность очистки
		В настоящее время применение метода стало менее распространенными в связи более низкой эффективностью удаления загрязняющих веществ по сравнению с использованием активного ила, большие площади для строительства, высокие энергетические затраты для аэрации, проблемы с пенообразованием и запахом сточных вод. Но происходит снижение сбросов в водоемы, снижается загрязнения окружающей среды	Аэрируемый пруд можно использовать в тех случаях, когда достаточно не очень значительного снижения содержания органики в сточных водах
		Сокращение сброса органических веществ, фосфора, азота, AOX. Сокращение сбросов в водоемы, снижение загрязнения окружающей среды	Преимущества МВК проявляются в наи- большей степени при наличии в сточных во- дах трудноокисляемых загрязнений, высоких требованиях к качеству очищенной воды и от- сутствии свободных пло- щадей

No	Таумалагия	Dyoromywayayi adda	Фауторуу размууза
	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
20	Биологическая очистка сточных вод	Сокращение сброса органических веществ, фосфора, азота, АОХ. Сокращение сбросов в водоемы, снижение загрязнения окружающей среды	Эта технология все еще остается достаточно дорогой и реализуется в основном для очистки к о н це н т р и р о в а н н ы х производственных сточных вод при ограниченности территории строительства и высоких требованиях к качеству очистки
		Сокращение сброса загрязненных сточных вод в водоем. Сокращение сбросов в водоемы, снижение загрязнения окружающей среды	На действующих предприятиях целесообразно вводить стадию анаэробной очистки в том случае, если аэробная стадия достигла своего максимального потенциала или перегружена
21	Обезвоживание осадков очистных сооружений	Сокращение количества отходов на захоронение и утилизацию. Снижение загрязнения грунтовых вод.	Необходимость увеличения содержания сухих веществ в целях упрощения транспортировки и окончательной утилизации осадка
22	Улучшенные системы переработки брака (БДМ и КДМ)	Система подготовки брака: сгущение, дороспуск, очистку, сортирование на щелевых сортировках в несколько ступеней, обеспечивает оптимальное качество вторичного волокна для использования его в композиции бумаги/картона, что позволяет экономить сырье	
23	Системы улав- ливания волокна из избыточной (сточной) воды БДМ/КДМ	В технологическом процессе предусматривается установка внутрицеховой очистки избыточной оборотной воды с целью использования осветленного фильграта взамен свежей воды и возврата уловленного волокна в технологический поток, что приводит к экономии воды и сырья	

№	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
24	Локальные системы очистки до очистных сооружений	Очистка избыточной оборотной воды в процессе производства бумаги/картона на машине происходит непрерывно. С целью экономии волокна и сокращения расхода свежей воды воду, удаляемую в процессе формования полотна на машине, используют как оборотную в технологическом процессе	
25	Внедрение автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ)	Предназначена для контроля и управления производственными процессами, повышения эффективности и безопасности работы предприятия, минимизации влияния человеческого фактора	
26	Комбинированная выработка тепло-вой и электрической энергии	Сокращение добычи ископа- емого топлива, сокращение покупной электроэнергии и тепла, сокращение территорий, отведенных под полигоны и отвалы производственных от- ходов, возможность дальней- шего использования уловлен- ной золы и донного осадка в строительстве и производстве строительных материалов, со- кращение выбросов парнико- вых газов	Зависимость производства от покупной электроэнергии и тепла. Снижение себестоимости продукции

Перечень наилучших доступных технологий производства сульфитной целлюлозы приведен в таблице 5.2. Некоторые технологии, используемые для снижения и предотвращения эмиссий, пригодные для сульфатных заводов, можно использовать и на заводах сульфитной целлюлозы.

Таблица 5.2 Наилучшие доступные технологии производства сульфитной целлюлозы

№	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
1	2	3	4
1	Сухая окорка древеси-	Тоже, что при производ-	Тоже, что при производ-
	ны	стве сульфатной целлю-	стве сульфатной целлюло-
		лозы (№ 1)	зы (№1)
2	Продленная или не-	Тоже, что при производ-	Тоже, что при производ-
	прерывная варка цел-	стве сульфатной целлю-	стве сульфатной целлюло-
	люлозы	лозы (№2)	зы (№2)

№	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
3	Замкнутая система сортирования и эффективная промывка небеленой целлюлозы	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№3)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№3)
4	Повторное использование конденсатов целлюлозных производств или их отдельная очистка	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№8)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№8)
5	Сбор газов с высокой концентрацией сернистого ангидрида и их дальнейшее использование в технологии для приготовления варочных растворов	Снижение суммарных выбросов сернисто- го ангидрида. За счет сбора и утилизации газовых выбросов суммарные выбросы сернистого ангидрида могут быть снижены на 99% и более, что оказывает существенное влияние на улучшение качества воздуха	Уменьшение запаха и сум- марных выбросов серни- стого ангидрида, а также снижение расхода серы на варку
6	Рекуперация тепла при производстве целлю- лозы	Экономия затрат тепловой энергии на варку и снижение выбросов от сжигания топлива. Снижение теплового загрязнения и выбросов сернистого ангидрида.	Снижение расхода тепла и серы на варку, а также уменьшение выбросов сернистого ангидрида
7	Буферные емкости для сбора избыточных щелоков и оборотной воды	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№10)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№10)
8	Котлы для сжигания древесно-корьевых отходов, осадков очистных сооружений и топливоподготовка для них	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№19)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№19)
9	Электрофильтры котлов для сжигания древеснокорьевых отходов, осадков очистных сооружений	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№18)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№18)

№	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
10	Биологическая очистка сточных вод	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№20)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюло- зы (№20)
11	Обезвоживание осад- ков очистных соору- жений	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№21)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюло- зы (№21)
12	Улучшенные системы переработки брака (БДМ и КДМ)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№22)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюло- зы (№22)
13	Системы улавливания волокна из оборотных и (или) сточных вод БДМ/КДМ	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№23)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№23)
14	Внедрение автомати- зированной системы управления производ- ством (АСОДУ)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№25)	Тоже, что при производстве сульфатной целлюлозы (№25)

В таблице 5.3 приведены все соответствующие технологии при производстве механической массы, которые в настоящее время используются для предотвращения образования или уменьшения эмиссий и отходов и призваны экономить энергию и сырье, как на существующих производствах, так и на вновь создаваемых [22]. Данные технологии включают меры, принятые в процессе производства, и самостоятельные технологии, дающие возможность для совершенствования процесса и предотвращения образования загрязнений и борьбы с ними.

Таблица 5.3 Перечень наилучших доступных технологий производства механической массы

№	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
1	2	3	4
1	Производство дефибрерной древесной массы (ДДМ) из елово-пихтовой балансовой древесины на цепных дефибрерах, оснащенных системой термодефибрирования	цессе дефибрирования, и тем самым снижает потери	Широко применяется

	I		Г
№	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
2	Производство дефи- брерной древесной массы из елово-пих- товой балансовой древесины на дефи- брерах под давлением (ДДМД)	Конструктивные изменения позволяют повысить давление в дефибрере выше атмосферного и температуру в ванне дефибрера. Далее масса поступает на измельчитель щепы и выдувается под давлением в циклон, в котором происходит отделение пара от массы. На сгустителе из массы отбирается оборотная горячая вода, используемая в замкнутом цикле на дефибрирование.	Широко применяется
3	Производство термомеханической массы методом RTS	Изменение трех факторов: давления, температуры, повышения скорости размола по сравнению с традиционной технологией получения ТММ, позволило сократить УРЭ на весьма значительную величину — примерно от 15 % до 22 % — 24 % и улучшить некоторые другие показателей качества массы.	Широко применяется
4	Производство хими- ко-термомеханической массы (ХТММ) по способу ЩПММ (ще- лочно-пероксидная механическая масса)	Высокий выход конечного продукта, что позволяет сохранять лесные ресурсы. Снижение количества отходов приводят к меньшим потерям волокна со сточными водами, а также к снижению их ХПК. Использование только окислительной отбелки исключает наличие в сточных водах соединений серы. Снижение расхода электроэнергии.	Широко применяется Расширение сырьевой базы для производства волокнистых полуфабрикатов — применение различных видов древесины и однолетних растений. Автоматизация процесса производства.

№	Тоуно тогула	Экологинамий оффа-	Фоуторы постиости
	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
5	Частичное или полное повторное использование чистой охлаждающей воды	На предприятиях ЦБП образуется большое количество нагретых в тепловыделяющем оборудовании вод. Частичное или полное повторное использование этих вод позволяет обеспечить минимальное потребление свежей воды, снизить количество сбрасываемых в водоем сточных вод и тем самым уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду	Если чистая охлаждающая вода сбрасывается в канализацию, с целью снижения гидравлической нагрузки на внеплощадочные очистные сооружения ее не следует смешивать с загрязненными производственными сточными водами. Это мероприятие приведет к большей эффективности процесса очистки сточных вод и уменьшит затраты на очистку
6	Минимизация расхода электроэнергии, установочной площади, затрат на техническое обслуживание при сортировании механических масс	Снижение на 7 % — 10 % расхода энергии и количества волокнистых отходов за счет более тщательного сортирования. Сокращаются потери древесного волокна при промывке, отбелке и очистке древесной массы.	Применяется практически на всех европейских предприятиях Мотивация для внедрения - повышение качества и чистоты массы, снижение количества обрывов бумажного полотна; снижение расхода электроэнергии, количества оборудования, требуемой установочной площади
7	Эффективная промыв- ка и управление про- цессом	Возникает возможность получать более высокую концентрацию органики в сточной воде и тем самым уменьшить передачу загрязнений на бумагоделательную или картоноделательную машину. Снижение содержания органических соединений в сточных водах, сокращение или отсутствие сброса сточных вод от промывки и сортирования на очистные сооружения.	Модернизированный процесс промывки может создать лучшие условия для анаэробной очистки сточных вод XTMM. Эта технология также может способствовать повышению качества картона или бумаги, получаемых при использовании XTMM.

No	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
8	Очистка сточных вод предприятия, произво- дящего XTMM в составе интегрированного предприятия. Замыкание цикла посредством выпарки и сжигания концентратов	Сокращение на 80 % потребления свежей воды. Нет сброса сточной воды.	Возможность регенерации химикатов и энергии, что способствует снижению экс-плуатационных и амортизационных затрат.

Наилучшие доступные технологии [22] в производстве бумаги и картона, позволяющие сократить потребление сырья, воды, энергии, снизить эмиссии в окружающую среду и образование отходов, приведены в таблице 5.4

Таблица 5.4 Перечень наилучших доступных технологий производства бумаги и картона

№	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
1	2	3	4
1	Замкнутый водооборот сортирования, очистки и промывки массы	Снижение содержания органических соединений в сточных водах, сокращение или отсутствие сброса сточных вод от промывки и сортирования на очистные сооружения. Система замкнутого водооборота обеспечивает снижение нагрузки загрязнений на водоем, что уменьшает воздействие на окружающую среду	Совокупность данных мероприятий приносит положительный эффект: уменьшаются потери волокна и наполнителей, сокращается объем стокообразования и, соответственно, сокращаются затраты на очистку сточных вод, уменьшается расход электроэнергии
2	Рекуперация тепла при про- изводстве бумаги, картона	Повышение энергоэффективности процесса сушки за счет снижения потребления свежего пара на сушку бумаги/картона. Снижение потребления свежего пара на сушку обеспечивает уменьшение выработки пара на предприятии, что снижает воздействие на окружающую среду. Экономия энергии за счет тепла рекуперации и сигнализации снижает риск несчастных случаев. Система теплорекуперации сушильной части позволяет снизить паровоздушные выбросы в атмосферу	Экономия энергии, снижение конденсации и каплеобразования, тумана, улучшение климатических условий труда, улучшение качества продукции

3.0	Т	D × 1.1	Φ
№	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
3	Биологическая очистка сточных вод	Снижение нагрузки сточных вод на водоем в зависимости от вида выпускаемой бумаги/картона, их свойств, расхода воды на тонну продукции, применяемых химических добавок, а также от конструкции и работы очистных сооружений. Сокращение сбросов в водоемы, снижение загрязнения окружающей среды	Обеспечение снижения критериев сброса сточных вод (количество, загрязнения) за счет установки в системе биологической очистки современного оборудования и тех-нического обслуживания
4	Обезво- живание осадков очистных сооруже- ний	Сокращение количества отходов на захоронение. Снижение загрязнения грунтовых вод	Необходимость увеличения содержания сухих веществ в целях упрощения транспортировки и окончательной утилизации осадка
5	Улуч- шенные системы переработ- ки брака (БДМ/ КДМ)	Снижение расхода первичных полуфа- брикатов Сокращение отходов за счет регенера- ции оборотного брака	Основными факторами реализации является использование вторичного волокна и сокращение отходов производства
6	Системы улавли- вания волокна из оборотных и/или сточных вод про- изводств БДМ/КДМ	Оптимизация и повышение эффективности очистки оборотной и сточной вод. Степень удаления твердых частиц до 90 % — 95 %. Сокращение количества сбрасываемых сточных вод и загрязнений в них.	Снижение содержания загрязняющих веществ в сточных производственных водах, снижение расхода волокнистых полуфабрикатов, снижение потребления свежей воды.
7	Внедрение автома- тизиро- ванной системы управления произ- водством (АСОДУ)	Предназначена для контроля и управления производственными процессами, повышения эффективности и безопасности работы предприятия, минимизации влияния человеческого фактора	

No	Технология	Экологический эффект	Факторы реализации
8	Частичное или полное повторное исполь- зование чистой охлаждающей воды	На предприятиях ЦБП образуется большое количество нагретых в тепловыделяющем оборудовании вод. Частичное или полное повторное использование этих вод позволяет обеспечить минимальное потребление свежей воды, снизить количество сбрасываемых в водоем сточных вод и тем самым уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду	Если чистая охлаждающая вода сбрасывается в канализацию, с целью снижения гидравлической нагрузки на внеплощадочные очистные сооружения ее не следует смешивать с загрязненными производственными сточными водами. Это мероприятие приведет к большей эффективности процесса очистки сточных вод и уменьшит затраты на очистку

Выводы по НДТ, направленные на снижение влияния на окружающую среду по ключевым параметрам воздействия касаются технологических процессов интегрированных и неинтегрированных целлюлозно-бумажных предприятий производства целлюлозы из древесины или других волокнистых материалов.

- НДТ-1. Улучшение общих экологических показателей предприятий по производству целлюлозы, бумаги и картона путем внедрения и поддержания системы экологического менеджмента (Environmental management systems-EMS).
- НДТ-2. Оптимальное управление материальными ресурсами и надлежащая организация производства для сведения к минимуму воздействия на окружающую среду производственных процессов путем использования комбинации методов/оборудованя, приведенных в Информационно-техническом справочнике по наилучшим доступным технологиям (далее справочник) [21].
- НДТ-3. Управление системой предотвращения загрязнений сточных вод от хранения и подготовки древесины, путем использования комбинации методов/оборудования, приведенных в справочнике.
- НДТ-4. Оптимальное управление системой предотвращения загрязнений сточных вод, снижение расхода свежей воды и образования сточных вод при производстве целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона с помощью комбинации методов, приведенных в справочнике.
- НДТ-5. Оптимальное управление системой потребления энергии и энегоэффективностью для уменьшения расхода топливно-энергетических ресурсов и снижения техногенного воздействия на окружающую

- среду производственных процессов и ТЭЦ путем использования комбинации методов/процессов, приведенных в справочнике.
- НДТ-6. Предотвращение и снижение газовых выбросов, образующихся в системе сточных вод, путем использования комбинации методов, предложенных в справочнике.
- НДТ-7. Контроль ключевых параметров технологического процесса на предприятиях (давление, температура, количество загрязнений в дымовых газах, прочие ключевые индикаторы согласно технологическим регламентам предприятия).
- НДТ-8. Контроль и измерение выбросов в атмосферу ($\mathrm{NO_X}$, $\mathrm{SO_2}$, пыль).
- $\rm HДT$ -9. Контроль и измерение сбросов в воду (ХПК, БПК, взвешенные вещества, AOX, общий фосфор, общий азот, pH, электропроводность).
- НДТ-10. Регулярный контроль и оценка распространения дурнопахнущих газов из соответствующих источников.
- НДТ-11. Снижение образования отходов, вовлечение в повторное использование и подготовка для размещения на полигоне путем использования комбинации методов/процессов, приведенных в справочнике.

Выводы по НДТ для сульфатного производства целлюлозы.

- НДТ-12. Снижение сбросов загрязняющих веществ в водный объект со всего предприятия, путем использования модернизированной ЕСГ отбелки (без использования элементарного хлора).
- НДТ-13. Снижение запаха, выбросов высококонцентрированных (ВК) и низкоконцентрированных (НК) дурнопахнущих газов путем сбора ВК и НК дурнопахнущих газов от всех технологических процессов. НДТ предотвращают выбросы путем сбора всех отходящих газов, содержащих серу, включая все сдувочные газы, содержащие серу.
- НДТ-14. Снижение выбросов ${\rm SO}_2$ и суммарной восстановленной серы (СВС) из регенерационного котла использует НДТ, приведенные в справочнике.
- НДТ-15. Снижение выбросов NOx из регенерационного котла в соответствии с методами НДТ, приведенными в справочнике.
- НДТ-16. Снижение выбросов СВС (маркерное вещество) из известерегенерационной печи (ИРП) НДТ использует один из методов или комбинацию методов, приведенных в справочнике.
- НДТ-17. Снижение выбросов NOx (не является маркерным веществом) из известерегенерационной печи НДТ использует комбинацию методов, приведенных в справочнике.

- НДТ-18. Снижение выбросов SO_2 при сжигании ВК дурнопахнущих газов в специальных печах. НДТ использует щелочной скруббер для отделения SO_3 .
- НДТ-19. Снижение выбросов NOx при сжигании крепких дурнопахнущих газов в специальной печи используется НДТ и один из методов или комбинацию методов, приведенных в справочнике.
- НДТ-20. Снижение выбросов пыли от содорегенарционного котла (СРК), ИРП при использовании электростатических фильтров (ЭСФ) или сочетание ЭСФ с мокрым скруббером.
- НДТ-21. Снижение потребления тепловой энергии (пара) и электроэнергии: НДТ используют комбинацию методов, приведенных в справочнике.
- НДТ-22. Повышение эффективности производства электроэнергии в соответствии с НДТ: используют комбинацию методов, приведенных в справочнике.

. Та б л и ц а $\,\,$ 5 . 5 Методы профилактики образования отходов и обращения с отходами

№	Метод	Описание
1	Оценка отходов и система управления отходами	Система оценки и управления ликвидацией отходов используется для выявления возможных вариантов для оптимизации и профилактики образования, повторного использования, восстановления, рециркуляции и окончательного удаления отходов. Учет отходов позволяет идентифицировать и классифицировать тип, характеристики, количество и происхождение каждой фракции отходов
2	Раздельный сбор отходов различ- ных фракций	Раздельный сбор различных фракций отходов в точках образования и при необходимости промежуточное хранение может расширить возможности для повторного использования или рециркуляции. Раздельный сбор также включает в себя разделение и классификацию фракций опасных отходов (например, нефть и остатки смазки, гидравлических и трансформаторных масел, аккумуляторы, лом электрооборудования, и др.)
3	Объединение однотипных от- ходов	Слияние подходящих отходов в зависимости от предпочтительных вариантов повторного использования/утилизации, дальнейшей обработки и утилизации

№	Метод	Описание
4	Предварительная обработка технологических отходов до повторного использования или переработки	Предварительная обработка включает в себя такие методы, как: обезвоживание (например, ила, коры или отходов), а в некоторых случаях сушка перед утилизацией (например, для увеличения теплотворной способности перед сжиганием); обезвоживание для снижения веса и объема для транспортировки. Для обезвоживания используются ленточные пресса, шнековые пресса, осадительная центрифуга или камерный фильтр-пресс; измельчение отходов, например, от переработки макулатуры, и удаление металлических частей перед сжиганием для улучшения характеристик сжигания; биологическая стабилизация перед обезвоживанием, в случае если предусмотрено использование в сельском хозяйстве
5	Восстановление и возврат в процесс технологических отходов на площадке	Процессы восстановления включают в себя следующие методы: выделение волокна из потоков воды и возвращение в процесс, регенерация химических добавок, меловальных пигментов и т. д., регенерация варочных химикатов с помощью регенерационных котлов, каустизации и т. д
6	Регенерация энергии на площадке или вне площадки из отходов с высоким содержанием органических веществ	Отходы после окорки, рубки, сортирования и т. д., такие как кора и другие органические остатки, главным образом сжигаются благодаря их высокой теплотворной способности для получения энергии
7	Утилизация от- ходов	Использование отходов целлюлозно-бумажного производства может быть осуществлено в других отраслях промышленности, например: сжигание в печах или смешивание с сырьем для производства цемента, керамики или кирпичей (включает в себя также регенерацию энергии); компостирование осадков очистных сооружений или удобрение почвы подходящими фракциями отходов в сельском хозяйстве; использование неорганических фракций отходов (песка, камней, гравия, золы, извести) для строительных целей, таких как бетонирование, строительство дорог, защитные покрытия и т. д. Пригодность фракций отходов (например, содержание неорганических веществ) и доказательством того, что предполагаемая переработка не вызовет вреда для окружающей среды или здоровья
	Предварительная обработка отходов перед утилизацией	Предварительная обработка отходов перед утилизацией включает в себя мероприятия (обезвоживание, сушка и т. д.) по уменьшению веса и объема для транспортировки или утилизации

Выводы по НДТ для сульфитного производства целлюлозы.

Для интегрированных предприятий, включающих производство целлюлозы, производство бумаги и/или картона для снижения сбросов загрязняющих веществ в сточных водах применяются НДТ и ниже перечисленные комбинации методов/процессов:

НДТ-23. Снижение сбросов загрязняющих веществ в сточных водах используют НДТ и применяют комбинации методов/процессов, приведенных в справочнике.

НДТ-24. Предотвращение и снижение выбросов SO_2 (маркерное вещество) НДТ применяет сбор всех потоков газа с высокой концентрацией SO_2 с приготовления варочной кислоты, с котлов, диффузоров или вымывных сцеж и направление на регенерацию.

НДТ-25. Предотвращение и снижение сернистого ангидрида от промывки, сортирования и выпарки.

НДТ-26. Снижение расхода тепловой энергии (пара) электроэнергии НДТ использует комбинацию методов, приведенных в справочнике.

Методы профилактики образования отходов и обращения с отходами описаны в таблице 5.5.

Приведенный в справочнике перечень НДТ не является исчерпывающим, поэтому любые другие технологии или сочетание технологий и методов, при промышленном применении которых достигается такой же или лучший результат, также могут рассматриваться как НДТ, хотя они не описаны в справочнике [21].

5.5. Перспективные технологии для целлюлозно-бумажного производства

Технологии производства сульфатной целлюлозы

Отбелка озоном. Отбелка озоном связана с технологиями ЕСГ- (безотходная) и ТСГ- (бесхлорная) отбелки. Приоритетной целью применения озона является обеспечение большей способности целлюлозы к делигнификации на последующих ступенях отбелки. Озон активирует целлюлозу по отношению к пероксиду водорода и пероксиду хлора. Это приводит к повышению белизны целлюлозы и снижению расхода пероксида. Поэтому озоновую ступень следует помещать в начальной части схемы отбелки. Озоновая ступень отбелки используется на предприятиях почти всех крупнейших ЦБК мира. Промышленные технологии озоновой ступени отбелки реализуют при средней и высокой концентрации массы. Примером одного из более эффективных способов озоновой отбелки является способ Ze Trac, разработанный фирмой Metso Paper и реализованный на предприятиях Европы, Северной Америки, Японии

[21]. Способ реализуется не под давлением кислородно-озоновой смеси, как обычно, а под разрежением, что снижает возможность попадания озона в воздух из-за неплотностей в аппаратуре или арматуре. Озон генерируется электрическими разрядами в потоке газообразного кислорода.

Применение метода отбелки озоном предполагает высокие капиталовложения из-за высокой стоимости генераторов озона и вспомогательного оборудования для образования озона, а также из-за значительного энергопотребления на стадии образования озона (10-15 кВт-час/кг озона).

В России технология озоновой ступени отбелки находится на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, за рубежом используется уже более 20 лет. Способ Ze Trac позволяет снизить расход диоксида хлора с 35 до 10 кг/т в.с. целлюлозы по активному хлору при расходе озона -6 кг/т в.с. целлюлозы и суммарном снижении расходов на отбелку -32%. При этом, примерно, на 25% снижаются расход воды на отбелку и, соответственно, количество сточных вод; на 30-40% - показатели XПК и БПК; в 2-4 раза - показатель AOX сточных вод и ОХ целлюлозы; на 60-65% - цветность сточных вод [24].

К экономическим аспектам внедрения относится следующее:

- исключение использования ПАВ для ликвидации «смоляных затруднений»;
- исключение ступени кисловки при отбелке целлюлозы из всех пород древесины кроме эвкалипта, где наличие Ahot (горячая кисловка при температуре 80-900°C) считается целесообразной;
- исключение из схем легкой ECF-отбелки (с озоном) ступени хелатирования (при TCF-отбелке эта ступень является необходимой);
- применение озона в технологии ECF-отбелки позволяет обеспечить целлюлозе тот же комплекс бумагообразующих свойств, что и при использовании схем отбелки без применения озона;
- на заводах, использующих TCF-отбелку, применение озона и прочих, не содержащих хлор, отбельных химикатов делает менее сложным процесс замыкания потоков фильтратов от ступеней промывки;
- капиталовложения для создания отбельной установки с озоновой ступенью производительностью 1500 т в.с.ц./сут. составляют 12-15 млн. Евро. Соответствующие эксплуатационные расходы составляют 1,8-2,1 млн. Евро/год [24].

Технология *бесхлорной отбелки* (TCF). TCF-отбелка — это отбелка целлюлозы без использования химикатов, содержащих соединения хлора. Данный процесс довольно быстро развивается, хотя его использование требует, как правило, более существенных изменений в техно-

логическом процессе. При ТСF-отбелке обычно используется пероксид водорода, озон (Z) или перуксусная кислота (PA). В том случае, если целлюлоза имеет достаточно низкое число Каппа после продленной варки и кислородной делигнификации, и если переходные металлы (например, $\mathrm{Mn^{2+}}$) удаляются на необходимой хелатной ступени (Q-ступени), то в принципе существует возможность добиться достаточно высокой белизны целлюлозы, соответствующей требованиям рынка, с использованием пероксида водорода в качестве единственного отбеливающего химиката. Расход $\mathrm{H_2O_2}$, при этом, как правило, довольно высок. Возможным вариантом снижения расхода $\mathrm{H_2O_2}$ является введение озонирования до ступени обработки пероксидом (ZQP или ЗХП). Недостатком применения озона является то, что при значительных его количествах, недостаточном перемешивании газа с массой или при несоответствующем аппаратурном оформлении и режиме он может дестркутирующе воздействовать на целлюлозные волокна.

Примеры различных схем ТСF-отбелки представлены в таблице 5.6

Таблица 5.6 Схемы TCF-отбелки сульфатной целлюлозы из хвойных и лиственных пород древесины

TCF-отбелка хвойной целлюлозы	ТСГ-отбелка лиственной целлюлозы
Q(EP)(EP)(EP)	QPZP
Q(OP)(ZQ)(PO)	Q(OP)(ZQ)(PO)
Q(EOP)Q(PO)	Q(EOP)Q(PO)
Q(OP)ZQ(PO)	Q(OP)ZQ(PO)

Примечание:

- Q слабокислая ступень, в которой для удаления металлов используются хелатирующие реагенты ЭДТК (этилендиаминтетрауксусная кислота) и ДТПК (диэтилентриаминпентауксусная кислота);
- EP ступень щелочной экстракции, на которой используется гидроксид натрия (NaOH) с добавлением раствора H,O, для усиления процесса за счет окисления;
- ${
 m EOP-}$ щелочная экстракция с добавлением кислорода и ${
 m H_2O_2}$ для усиления процесса за счет окисления ${
 m EO-}$ ступень экстракции, в которой используется гидроксид натрия и газообразный кислород в качестве;
 - Р Обработка Н,О, в щелочной среде;
- Z- озоновая ступень, где используется газообразный озон (O_3) в составе смеси O_2-O_3 ;
 - РО отбелка Н.О. под давлением кислорода.

Использование в качестве отбеливающего химиката перуксусной кислоты на ступени, предшествующей отбелке пероксидом водорода, позволяет с успехом замещать озон. Высокой белизны можно достичь

даже в том случае, когда число Каппа небеленой целлюлозы не является предельно низким. Недостаток применения перуксусной кислоты заключается в ее достаточно высокой стоимости.

В настоящее время ТСF-отбелка является хорошо освоенной технологией. Многие заводы в Европе имеют гибкие схемы отбелки, позволяющие производить или ТСF- или ЕСF — отбелку. Некоторые заводы производят только ЕСF — целлюлозу, т.к. при ТСF — отбелке труднее достичь высокой белизны. Доля ТСF-целлюлозы в мире в последние годы не превышает 5-7% от всей беленой целлюлозы, хотя в Скандинавии ее доля составляет около 25% [25].

В России данная технология находится на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и может быть освоена как на новых, так и на действующих предприятиях ЦБП. При переходе от ЕСГ- на ТСГ-отбелку необходимы: хелатная ступень, новая кислородная ступень и дополнительное промывное оборудование. В случае, когда применяется ступень обработки пероксидом водорода или озоном, необходимы две новые отбельные башни, а также модернизация промывных фильтров, отбельного цеха. При отбелке озоном необходимо наличие генераторов озона и реактора для отбелки массы озоном. Для отбелки перуксусной кислотой также необходима одна отбельная башня.

Достигаемые экологические преимущества

При ТСF-отбелке не происходит образование низко- и высокомолекулярных органических соединений, содержащих в своем составе атомы хлора (AOX), диоксинов, хлорфенолов; полное исключение AOX в сточных волах отбельного цеха.

К экономическим аспектам внедрения относится следующее:

- капиталовложения на реализацию отбелки ${\rm H_2O_2}$ на новых заводах с производственной мощностью в 1500 т в.с.ц./сут. составляют 7-8 млн. Евро;
- на действующих заводах 2-5 млн. Евро, в зависимости от материала, из которого изготовлено существующее отбельное оборудование. Если материал устойчив к ${\rm H_2O_2}$, то расходы будут составлять 2-3 млн. Евро;
- эксплуатационные расходы при отбелке пероксидом водорода значительно выше, чем при ЕСF-отбелке из-за более высоких расходов, преимущественно, на H₂O₂ и составляют 1,8-2,1 млн. Евро/год.

Увеличение производства электроэнергии на основе продуктов биомассы и утилизация избыточного тепла. В мире наблюдается тенденция увеличения использования древесной биомассы (БМ) в системах централизованного теплоснабжения. Станции централизованного теплоснабжения, сжигающие древесную щепу, создаются с целью замещения станций, работающих на мазуте или угле, соединенных с существующими теплосетями, или как новые станции и теплосети (так называемые «урбанизационные» проекты). Котлы для сжигания древесной щепы на станциях централизованного теплоснабжения проектируются для производства тепла в диапазоне мощности от 1 до 10 МВт, со средним значением 3.5 МВт. На тепловых станциях конденсационного типа зачастую не требуется дополнительного оборудования для очистки продуктов сгорания. Котельные установки, сжигающие древесную биомассу, могут использоваться для отопления отдельных зданий или группы зданий, а также функционировать на промышленных предприятиях для выработки тепла и технологического пара. Типичная котельная для сжигания древесной щепы строится вокруг твердотопливного котла. Системы котельной являются высокоавтоматизированными. Например, загрузка топлива из хранилища на решетку осуществляется посредством управляемого компьютером крана.

Все системы имеют следующие основные компоненты:

- хранилище древесной биомассы;
- транспортно-погрузочное и дозирующее оборудование для обращения с БМ;
 - топка и котел;
 - система очистки дымовых газов;
 - система конденсации дымовых газов.

Степень проработки

Технология реализуется на ряде предприятий. Уровень эмиссии загрязняющих веществ при сжигании древесной щепы на европейских станциях поддерживается в допустимых рамках (для очистки газов используются мультициклоны, рукавные и электростатические фильтры).

Экономические аспекты внедрения следующие. За последние годы стоимость ископаемых видов топлива резко возросла, что существенно сказалось на уровне использования БМ для производства тепла. Цена древесных отходов на европейском рынке зависит от его качества и в первую очередь - от влажности и зольности. Стоимость топлива определяется видом топлива в пересчете на единицу теплоты сгорания. Капитальные затраты тепловых станций, работающих на БМ, составляют около 320 \$/кВт, включая стоимость здания, котла и системы конденсации продуктов сгорания. С учетом стоимости строительства тепловой сети удельные капитальные затраты составляют порядка 530 \$/кВт. Для обслуживания тепловой станции мощностью 1,5-5,0 МВт требуется 1-2 человека, для станций, мощностью более 5,0 МВт — 2-3 человека [21].

Технологии производства сульфитной и нейтрально-сульфитной целлюлозы

Перспективными технологиями для производства сульфитной целлюлозы являются: отбелка озоном, технология бесхлорной отбелки, увеличение производства электроэнергии на основе продуктов биомассы и утилизация избыточного тепла (рассмотренные вначале пункта) (см. ПТ-1.5).

Кроме того к перспективной относится технология делигнификации перекисью водорода в присутствии катализатора в кислой среде. Метод позволяет проводить глубокую делигнификацию после промывки как сульфатной, так и сульфитной небелёной целлюлозы. Содержание остаточного лигнина после кислой перекисной обработки сравнимо с содержанием лигнина после ступени хлорирования или первой ступени двуокиси хлора.

Данная технология находится на стадии опытно-промышленных испытаний. Экологическим преимуществом метода является то, что фильтрат от промывки целлюлозы после кислой перекисной делигнификации может направляться в противоточную промывку небелёной целлюлозы, что позволяет значительно снизить расход химикатов на отбелку, образование AOX в отбелке, содержание органических соединений в сточных водах отбельного цеха. Гидравлическая нагрузка на выпарную станцию не увеличивается, что ведёт к снижению удельного расхода тепла на единицу продукции. Происходит экономия химических реагентов на отбелку.

Глава 6. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

6.1. Хранение и транспортировка древесных отходов

Отходы необходимо хранить отсортированными по видам и породам, причем обязательно хранить сыпучие отходы отдельно от кусковых.

Открытые склады. Сыпучую древесину на открытых складах размещают в бунтах конической или призматической формы высотой до 5 м на бетонном, асфальтированном или деревянном основании (деревянный настил обрабатывают антисептиком). Ширина бунта должна быть не более 15 м. Допускается хранение в бунтах высотой 10-12 м, но в этом случае необходимо предусмотреть вентилирование отходов.

Опилки, используемые в качестве топлива, обычно хранят под открытым небом, но от этого ухудшаются их свойства и снижается калорийность.

Щепу в количестве, не превышающем 150-200м³, целесообразно хранить в бункерах и галереях. Основное требование, предъявляемое к бункерам, - обеспечить равномерную выдачу сыпучих отходов.

Для заводского и межзаводского транспортирования шепы и ее погрузки часто применяют механические транспортеры (ленточные, скребковые, шнековые и др.). Для транспортировки сыпучих отходов применяются пневмотранспортеры низкого и высокого давления. Для внутрищехового транспортирования сыпучих отходов (стружки, опилок, пыли) обычно применяют пневмотранспортер низкого давления. При пневмотранспорте сыпучей древесины в системе образуются электростатические заряды, что может привести к взрыву. Пневмотранспортер высокого давления отличается высокой экономичностью и увеличенным радиусом действия [1].

Для перевозок щепы и сыпучей древесины на расстояние до 100 км применяют автотранспорт. При перевозках щепа уплотняется примерно в 1,01 - 1,15 раз, а при отрицательных температурах и смерзается. Железнодорожным транспортом экономически оправданной считается перевозка щепы на расстояние до 1000 км [2].

6.2. Технологии переработки древесных отходов

Повышение уровня комплексного использования сырья за счет вовлечения в переработку древесных отходов является одним из наиболее мощных резервов повышения экономической эффективности использования древесины в строительстве. Древесные отходы становятся основой для производства эффективных заменителей деловой древесины, экономических строительных материалов и изделий. Постоянно расширяется ассортимент и объем производства строительных материалов из отходов. Кусковые отходы от лесопиления и деревообработки, стружка, опилки, кора, а также некоторые виды отходов лесохимической промышленности используют в промышленности строительных материалов для изготовления различных конструкционно-теплоизоляционных, отделочных, строительных материалов, стандартного домостроения, дверей, окон и других изделий.

6.2.1. Основы технологических процессов переработки отходов

Вся масса отходов может быть разделена на две категории: отходы, которые могут быть переработаны промышленными способами в различного рода изделия и продукцию, отходы, которые могут быть использованы без предварительной переработки.

Технологии переработки всевозможных видов отходов основываются на механических, гидродинамических, тепловых, диффузионных, химических, биологических процессах. В реальной технологии утилизации отходов сочетаются различные методы воздействия на них [3].

Механический способ состоит в непосредственном изготовлении из кусковых отходов различного рода продукции (тарной дощечки, клееных щитов, упаковочной стружки), или изготовлении из отходов продукции, являющейся полуфабрикатом для других производств - технологической щепы, древесной муки. Также в превращении мелких отходов (опилок, стружек) в материалы, способные заменить натуральную древесину (плиты, прессованные детали). Механические методы широко применяются при подготовке отходов: измельчении, агрегировании, сепарации и т.д.

Гидродинамические методы используют для разделения смесей отходов и перемещения их в различных аппаратах. Эти методы часто сочетаются с тепловыми, механическими и физико-химическими.

Тепловые процессы являются неотъемлемой частью многих способов переработки отходов и используются при их сжигании и пиролизе, кроме того при различных процессах, в результате которых идет выделение и утилизация тепла или есть необходимость охлаждения отходов и продуктов их переработки.

Диффузионные процессы лежат в основе способов утилизации отходов, при которых осуществляется перенос массы вещества путем дистилляции, сорбции, сушки, кристаллизации и других процессов. Они часто сочетаются с тепловыми, механическими и химическими процессами.

Химические методы обработки используют при окислении и восстановлении отходов, переводе материала из одного физического состояния в другое, для изменения каких-либо характеристик веществ и т.д. Химический способ состоит в переработке отходов древесины в целлюлозу, бумагу, картон, кормовые дрожжи, спирт, фурфурол, глюкозу и пр. Существует также энергохимический способ переработки отходов, при котором кроме горючего газа могут быть получены фенол, древесно-уксусный порошок, литьевой крепитель и т. д. Химическим способом легче, чем другими, переработать большое количество отходов.

Биохимические методы используют для утилизации отходов с помощью микроорганизмов. Это наиболее сложные процессы, они сочетаются с химическими, тепловыми, гидродинамическими и механическими процессами.

Выбор того или иного способа переработки отходов древесины зависит от многих причин: объема и типа производства, вида и количества отходов, местных условий, транспортных возможностей, наличия потребителей и т. д. Обоснование выбранного способа должно производиться соответствующим технико-экономическим расчетом. Решение проблемы рационального использования отходов древесины заметно упрощается при комбинировании ее переработки и обработки.

6.2.2. Первичная переработка отходов

6.2.2.1. Переработка кусковых отходов древесины в технологическую щепу

Кусковые отходы можно передавать для переработки в качестве технологического сырья на другие предприятия. Но вывозить кусковые отходы за пределы предприятия в связи с трудностями погрузочно-разгрузочных, складских работ часто бывает не выгодно. Поэтому считается целесообразным перерабатывать кусковые отходы в щепу на месте их образования и передавать эту щепу на специализированные предприятия для использования в качестве исходного сырья.

Кусковые отходы стоит перерабатывать в щепу при использовании их и в качестве топлива. Практика показала, что наиболее эффективно и интенсивно сгорают древесные отходы, имеющие размер от 25 до 100 мм [1].

Эффективное сжигание крупных древесных отходов сложно достичь изза невозможности создания в топке достаточно плотного слоя.

Для использования в производстве строительных материалов, лесохимической и целлюлозно-бумажной промышленности отходы деревообработки также должны быть переработаны в технологическую щепу. В зависимости от назначения к технологической щепе предъявляются различные требования, она должна иметь определенные размеры, различают щепу технологическую и топливную. Важно, чтобы щепа не содержала посторонних включений, содержание коры строго лимитируется в зависимости от дальнейшего применения щепы. Так щепа, используемая на варку целлюлозы, вообще не должна содержать коры. Содержание коры в щепе, идущей на производство ДВП и ДСП не должно превышать 15%. Для изготовления специальных высококачественных ДВП применяется щепа, содержание коры в которой не превышает 3%. Поэтому при изготовлении щепы, идущей в целлюлозно-бумажное производство и на изготовление таких ДВП, используют только отходы древесины, образующиеся от распиловки окоренных бревен. В зависимости от назначения щепа должна иметь определенные размеры (табл. 6.1).

Таблица 6.1 Размеры технологической щепы

Назманами ману (прамара тапра)	Размеры, мм		
Назначение щепы (производство)	Длина	Толщина	
Целлюлозно-бумажное	1 - 25	5	
Древесноволокнистых плит	10 - 35	5	
Древесностружечных плит:			
- плоского прессования	20 - 60	30	
- экструзионного формования	5 – 40	30	
Гидролизное	5 - 35	5	

По породам древесины состав технологической щепы оказывает значительное влияние на целый ряд показателей (выход, качество и др.) вырабатываемой из нее продукции. По своему строению, физическим, механическим, химическим свойствам древесные породы несколько отличаются друг от друга. В связи с этим для обеспечения наиболее высоких показателей процесса получения продукции из отходов древесины регламентируется применение той или иной породы для получения определенной продукции (табл. 6.2).

При производстве щепы основной операцией является измельчение древесных отходов, она определяет качество и выход кондиционной технологической щепы, а также удельные энергозатраты на ее произ-

водство. Основным оборудованием при изготовлении технологической щепы являются рубильные машины. По признаку мобильности рубильные машины делятся на стационарные и передвижные. В зависимости от вида и размеров перерабатываемого сырья, требований к качеству щепы применяют рубильные машины различного конструктивного использования. Барабанные рубильные машины производят щепу низкого качества, с неоднородным фракционным составом и с поврежденными волокнами, что связано с их конструкцией. Такая щепа может использоваться для гидролизного производства. Для получения щепы высокого качества используют дисковые рубильные машины с плоским и геликоидальным диском. Дисковые рубильные машины бывают с наклонной и горизонтальной подачей перерабатываемого сырья. В машинах с наклонной подачей сырья щепа срезается под углом в пределах $45-50^{\circ}$ к направлению волокон, в результате чего значительно уменьшается расход энергии на измельчение древесины. Полученная щепа сортируется по размерам на барабанных установках вибрационного или гирационного типа. Технология производства щепы включает стадии, указанные на рисунке 6.1. [1, 3].

Таблица 6.2 Породы древесины для изготовления технологической щепы для различных производств

	Г					
Назначение	Массовая доля пород древесины в щепе, %					
щепы	хвойных 100	лиственных 100	в смеси			
щены			хвойных	лиственных		
Для целлюлозно-бумажной промышленности						
Проморожатро	Ель, пихта	-	Не менее 90	Не более 10		
Производство сульфитной целлюлозы	-	Береза, осина, тополь, ольха, бук, граб	Не более 10	Не менее 90		
Производство сульфатной	Все породы, ли- ственница отдельно	-	Не менее 90	Не более 10		
целлюлозы	-	Все породы	Не более 10	Не менее 90		
Производство древесной массы	Ель, пихта	Не допускается	Не допускается			
Для гидролизного производства						
Дрожжевое производство	Все породы	Все породы	Допускается в любом со- отношении			
Спиртовое	Все породы	-	Не менее 70	Не более 30		
производство	-	Все породы	Не более 30	Не менее 70		

Hannanan	Массовая доля пород древесины в щепе, %				
Назначение -	хвойных 100	лиственных 100	в смеси		
ЩСПВІ			хвойных	лиственных	
Глюкозное производство	Все породы	Не допускается	Не допускается		
Производство фурфурола	Не допускается	Все породы	Не более 5	Не менее 95	
Производство ксилита	Не допускается	Все породы	Не допускается		
Производство фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе	Не допускается	Береза, бук, клен, дуб, граб, примесь осины не более 10	Не допускается		
Для плитного производства					
Производство ДВП и ДСП	Все породы	Все породы	Допускается по согласо- ванию с потребителем		

Крупные деревообрабатывающие предприятия имеют стационарные дисковые рубильные машины, которые входят в состав установок производства щепы. Есть целый ряд отечественных и импортных передвижных рубильных машин для работы на лесосеке, имеющих в своем составе, как рубильную машину, так и съемный (или самозагружающийся) контейнер, смонтированный на тракторе.

Стоимость дробления составляет значительную часть затрат на производство щепы. В связи с этим большое значение имеет правильный выбор рубильной машины с точки зрения ее производительности, лесохозяйственных требований, стоимости.

При выборе типа рубильной машины необходимо учитывать следующие моменты:

- стационарная рубильная машина будет использоваться на лесном складе, на территории котельной;
- будет ли машина использоваться на небольших складах или на лесосеке.

Включение в состав основного технологического процесса лесозаготовок подпроцесса производства технологической щепы различного назначения из малоценной древесины и вторичного сырья способствует улучшению использования лесного фонда.



Рис. 6.1. Технологическая схема производства щепы

Производство щепы на лесозаготовке может иметь и ряд сложностей: необходимость привлечения дополнительной рабочей силы для работы в лесу, влияние погодных условий, более высокие эксплуатационные расходы по сравнению с затратами на обслуживание стационарного оборудования.

6.2.2.2. Брикетирование отходов

В процессах лесопиления, деревообработки, производстве плитных материалов образуются древесные отходы, возврат которых в технологический процесс по ряду причин невозможен. К таким отходам относятся обрезки пиломатериалов, опилки, станочная стружка, шпон-рванина, обрезки шпона, карандаши, образующиеся при лущении, кора и некондиционные древесные частицы в производстве плитных материалов и др.

Одним из наиболее эффективных направлений утилизации мелких древесных отходов и коры является производство топливных и технологических брикетов и гранул, которые могут быть использованы в качестве сырья при химической и энергетической переработке древесины (например, в качестве сырья для гидролизной промышленности, биохимической переработки или производства дубильных экстрактов). Кроме

того брикеты и гранулы могут быть использованы в качестве бытового и промышленного топлива. Брикетирование сыпучих отходов увеличивает топливную способность опилок и стружки [4].

Сыпучая древесина, занимающая значительное пространство, после брикетирования уменьшается в объеме в несколько раз, становится транспортабельной и удобной в обращении. Насыпная масса опилок составляет $150-200~{\rm kr/m^3}$, а насыпная масса брикетов из них при влажности $15\%-460~{\rm kr/m^3}$ (Рис. 6.2.). Брикеты компактны, их удобно и выгодно перевозить на значительные расстояния. Использование грузоподъемности транспорта при этом существенно увеличивается (примерно в пять раз по сравнению с перевозкой опилок).



Рис. 6.2. Опилки и брикеты

Брикет – это сыпучее вещество, превращенное в плотные куски. Брикетирование сыпучей древесины может осуществляться со связующим (пеком, лигнином и др.) и без него. Производство брикетов из древесных отходов со связующими веществами не нашло применения в промышленности, поскольку пока не найдено дешевого, экологически чистого связующего, способного обеспечить высокую влагостойкость брикетов. Более широко применяется брикетирование без связующих [1, 5]. Процесс брикетирования - это процесс сжатия материала под высоким давлением, с выделением температуры от силы трения. За счет данного воздействия в древесине происходит выделение лигнина, который является связующим веществом для формирования брикета. При изготовлении брикетов важно обращать особое внимание на влагу - очень важный параметр, влияющий на плотность брикета. В случае превышения 14% влажности сырья брикет разваливается на произвольные куски из-за избытка влаги. Объем брикета составляет 1/10 от объема, затраченного на его производство сырья, что дает значительную экономию при транспортировке и хранении древесных отходов.

Для брикетирования используют специальные прессы, для щепы требуются более мощные прессы, чем для опилок. Кроме того, при прочих равных условиях из опилок получается более прочный брикет, чем из щепы, с временным сопротивлением на изгиб до 20 кгс/см², в то время как временное сопротивление на изгиб брикета из щепы не превышает 7 кгс/см² [1, 5]. Брикетирование опилок целесообразно при их транспортировании, так как повышается емкость транспортных средств, и облегчаются погрузочно-разгрузочные операции.

В зависимости от целевого назначения брикетов и характеристики исходного сырья применяют различные технологические процессы бриктирования древесных отходов. Современная линия для производства древесных брикетов или гранул обычно включает участки хранения и полготовки сырья; сушки; прессования.

Технологический процесс предусматривает следующие операции:

- транспортировку сырья к технологической линии;
- удаление металлических включений, камней, пыли из поступающего сырья;
 - измельчение крупных древесных отходов;
 - сортировку для удаления крупных фракций;
- измельчение сырья в молотковых дробилках до получения частиц одинакового размера;
 - сушку;
 - термообработку;
 - прессование;
 - охлаждение брикетов;
 - упаковку, хранение и транспортировку к месту потребления.

Данные операции осуществляются не во всех технологических процессах брикетирования. Измельчение осуществляют в случаях, когда брикетируют крупные отходы. Кусковые отходы и кору измельчают в рубильных машинах или дробилках различных конструкций с последующим измельчением до нужной фракции в молотковых мельницах. Сортировка древесных отходов необходима во всех технологических процессах брикетирования, поскольку позволяет обеспечить безопасную работу оборудования и улучшить качество брикетов. Сушку проводят в тех случаях, когда влажность брикетируемых отходов более 18%.

Для прессования отходов древесины применяют прессы различных конструкций: штемпельные с открытой матрицей (поршневые), с закрытой матрицей, винтовые (шнековые), вальцовые, с кольцевой матрицей [4].

Поршневой пресс (рис. 6.3) работает циклически — при каждом ходе поршня продавливают определенное количество материала через кони-

ческое сопло, на брикетах четко различимы соответствующие циклам слои. В приводе всегда применяется маховик, позволяющий выровнять нагрузку двигателя. Износ поршня невелик, поскольку относительное перемещение между прессуемым материалом и поршнем мало, быстро изнашивается сопло. Поршневые прессы относительно дешевы и поэтому широко распространены.

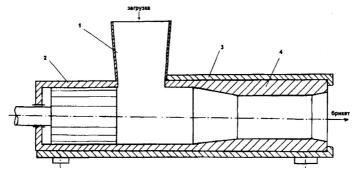


Рис. 6.3. Поршневой пресс

Шнековый пресс (6.4.) легче поршневого, поскольку отсутствуют массивные поршни и маховики. Продукция выходит непрерывно, поэтому ее можно разрезать на нужные куски. Плотность выше, чем у поршневых прессов. Шнековые прессы менее шумные, благодаря отсутствию ударных нагрузок. К недостаткам можно отнести больший расход энергии и быстрый износ шнека.

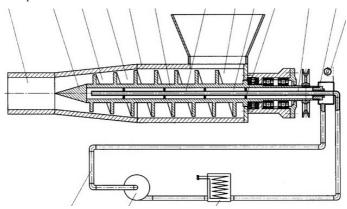


Рис. 6.4. Шнековый пресс

Практически брикетированию подвергают только опилки. При необходимости брикетирования более крупных кусков сыпучей древесины щепу и стружку предварительно измельчают до крупности опилок. При брикетировании опилок необходимо давление $800-1400~{\rm krc/cm^2}$. Влажность опилок перед брикетированием должна быть не выше $12-15~{\rm u}$ не ниже 8-9%.

Таким образом, линии брикетирования древесных отходов комплектуются вспомогательным оборудованием в зависимости от вида и физических свойств исходного сырья.

Качество брикетов зависит от множества факторов, основными из которых являются химический состав прессуемого материала, его насыпная масса, влажность, размер брикетируемых частиц, температура и давление прессования, продолжительность выдержки под давлением [4].

В зависимости от конструктивных особенностей прессового оборудования брикеты могут иметь различные размеры и форму. Форма, характеристика и размеры брикетов приведены в таблице 6.2 и на рис. 6.5.



Рис. 6.5. Типы брикетов

По назначению брикеты и гранулы бывают технологическими и топливными. Технологические брикеты из древесных отходов используются в гидролизной и лесохимической промышленности, а также для биохимической переработки. Так в гидролизном производстве при загрузке варочных котлов не опилками, а опилочными брикетами увеличивается их производительность. Брикеты из еловой и лиственничной коры используют для получения дубильных экстрактов.

Технологические брикеты не должны обладать большой прочностью и влагоемкостью, они должны сравнительно легко распадаться и раз-

мельчаться при растирании. В этом случае брикетирование осуществляется с целью улучшения транспортабельности материала.

Топливные брикеты предназначены для использования в качестве бытового и промышленного топлива. Такие брикеты рассчитаны на длительное хранение в атмосферных условиях без доступа воды, должны иметь повышенную прочность и влагоемкость. На данный момент большее распространение получили топливные гранулы. Они удобнее брикетов, сыпучи, позволяют организовать автоматическую загрузку теплогенератора.

 $\begin{tabular}{ll} $Ta\, 6\,.\, 2$\\ Xарактеристика различных видов брикетов \end{tabular}$

Тип брикета	Форма брикета	Размеры сечения (ширина х высота), мм	Длина брикета, мм	Плотность, кг/м ³
Шашечный	Призматическая, прямоугольного сечения со скругленными ребрами	120-160 x 50-70	25-40	950-110
Брусковый	Брусок квадратного или восьмиугольного сечения с центральным отверстием или без него	50-70 x 50-70	30-400	800-1300
Цилиндри- ческий	Цилиндр с центральным отверстием или без него	Диаметр 25- 100	30-400	800-1300
Гранулы	Цилиндр или эллипсоид	Диаметр 3-16	6-25	900-1500

6.2.3. Производство древесноволокнистых и древесностружечных плит

Одним из направлений утилизации древесных отходов является производство древесноволокнистых и древесностужечных плит (рис. 6.6.). При производстве древесных плит допускается использовать древесину лиственных и хвойных пород. Порода древесного сырья оказывает большое влияние на качество получаемых древесных плит, и поэтому очень важно обеспечивать постоянный породный состав низкокачественной древесины и отходов [2].

Древесноволокнистые плиты (ДВП) изготовляют из древесины или других растительных волокон с добавлением специальных составов и потребляют в качестве конструкционного, облицовочного и изоляционного материала. Сырьем для изготовления ДВП являются отходы лесозаго-

товок, лесопиления, деревообработки и низкокачественная древесина. При изготовлении древесноволокнистых плит используют целлюлозные волокна, полученные путем дальнейшего измельчения шепы.



Рис. 6.6. Древесноволокнистые и древесностружечные плиты

Существуют два способа производства ДВП — мокрый и сухой. В производстве ДВП мокрым способом используют преимущественно древесину хвойных пород, при сухом способе производства - древесину лиственных пород. При мокром способе плиты получают путем отлива целлюлозной массы без введения связующего вещества. При сухом способе в целлюлозную массу вводят 4 - 8% связующей смолы. Помимо смолы в состав массы вводят антисептики, антипирены и другие добавки, позволяющие придать материалу необходимые свойства [3, 6].

Технологический процесс производства ДВП сухим способом состоит из следующих операций: пропарки, размола щепы на волокна; сушки волокна; подготовки связующего и добавок; смешивания волокна со связующим и другими добавками; формирования ковра; предварительного уплотнения (подпрессовки) ковра; прессования, кондиционирования плит; механической обработки плит.

В зависимости от свойств выпускают пять различных видов древесноволокнистых плит:

- теплоизоляционные,
- теплоизоляционно-отделочные,
- полутвердые;
- твердые,

- сверхтвердые.

ДВП широко применяют в строительстве, мебельной промышленности, машиностроении.

Древесностружечные плиты (ДСП) имеют довольно высокие физико-механические свойства и практически мало изменяют свои размеры при изменении влажности древесины, являясь во многих случаях хорошим заменителем столярных плит, фанеры и т.д. Они хорошо обрабатываются и склеиваются. Введением в древесно-клеевую смесь соответствующих веществ можно улучшить их огнестойкость, биостойкость, водо- и влагостойкость и пр.

Относительная простота технологии позволяет легко автоматизировать процесс производства плит и тем снизить трудозатраты на их изготовление. Использование для производства ДСП отходов от разделки круглых лесоматериалов, раскроя лущеного шпона, шпона рванины, реек от обрезки пиломатериалов, некондиционной древесины и отходов от рубок промежуточного и главного пользования лесом и др. делает это производство высокоэкономичным. Действительно, 1 м³ древесно-стружечных плит, на производство которого расходуется 1,5-1,7 м³ отходов, заменяет 2-3 м³ пиломатериалов или 4-6 м³ круглого леса [9].

Капитальные затраты на организацию данного производства сравнительно невелики.

ДСП изготавливают горячим прессованием отходов древесины (стружки) со связующим — мочевино- или фенолформальдегидной смолой. По способу производства различают ДСП плоского прессования и экструзионные, получаемые экструзией древесностружечной массы через щелевую головку.

По объемному весу плиты условно делятся на четыре группы:

- легкие, объемный вес которых не превышает 500 кг/м³;
- средние (ПС), имеющие объемный вес 500-600 кг/м³;
- тяжелые (ПТ) объемным весом $650 800 \text{ кг/м}^3$;
- сверхтяжелые, объемный вес которых более 1000 кг/м³.

Плиты первой группы используются главным образом как изоляционный материал. Средние и тяжелые применяются в качестве конструкционного материала, причем на долю их приходится 90-95% мирового производства плит. Плиты сверхтяжелые применяются для специальных целей, в том числе как материал, хорошо противостоящий истиранию (плитки для полов и т. п.).

По конструкции плиты делятся на:

- однослойные;
- трехслойные;

- многослойные;
- сплошные и полые:
- необлицованные и облицованные
- бескаркасные и каркасные [9].

Однослойные плиты ($\Pi C-1$ и $\Pi T-1$) изготовляются из частиц различного размера, от которых отделены слишком мелкие и очень крупные частицы. Если для их изготовления применяется специально нарезанная стружка, чистота поверхности плит заметно улучшается. Такие плиты используются в качестве обшивочного материала, который может подвергаться облицовке лущеным или строганным шпоном, пластмассой и т. д.

Трехслойные плиты (ПС - 3 и ПТ - 3) состоят из трех самостоятельных слоев, внутренний из которых (60-70% объема плиты) изготовляется из грубых частиц (дробленки), а наружные — из плоской высококачественной стружки, в которую введено несколько большее количество связующего, чем в средний слой. Благодаря этому чистота поверхности может быть достаточно хорошей, и они могут использоваться под прозрачную отделку. Прочность трехслойных плит вполне удовлетворительная, хотя иногда они имеют тенденцию к расслоению. Производство трехслойных плит несколько сложнее, чем однослойных, так как необходимо наличие на определенном участке производства двух самостоятельных линий для подготовки частиц среднего и наружных слоев.

Многослойные плиты состоят из частиц разного размера, причем четкой границы между слоями нет. Такое условное название плиты получили потому, что частицы с помощью специальной формирующей машины укладываются в поперечное сечение плиты с учетом их размера: чем меньше частицы, тем ближе они располагаются к поверхности плиты, чем крупнее — тем ближе к горизонтальной оси симметрии поперечного сечения плиты. Чистота поверхности у таких плит почти не уступает таковой у трехслойных плит, а прочность даже несколько выше. Процесс изготовления многослойных плит проще, чем трехслойных.

Полые плиты (ЭЛМ — экструзионные легкие многопустотные) имеют продольные каналы круглого или иного сечения, изготовляемые особым способом. Кроме меньшего веса, в этом случае имеет место некоторая экономия исходного сырья (клея и древесины), благодаря чему себестоимость их ниже, чем сплошных плит. Применяются они главным образом в строительстве.

Облицованные плиты, т. е. оклеенные лущеным или строганным шпоном, бумагой, пленками и т. д., могут изготовляться из грубых или очень мелких древесных частиц, так как необходимая чистота поверхно-

сти плит достигается за счет их облицовки, способствующей также усилению прочности плиты. Стоимость таких плит по сравнению с необлицованными несколько выше.

Каркасная плита представляет собой рамку, облицованную с двух сторон листовым материалом, внутренняя полость которой заполнена древесно-клеевой смесью. Последняя придает плитам необходимую жесткость и прочность, а также предотвращает втягивание рубашек. Такие плиты изготовляются строго определенного размера в соответствии с размерами узлов мебели. Прочность плит вполне достаточная, но они используются довольно редко из-за нетехнологичной конструкции.

Кроме названных, в мировой практике известны плиты с прослойками из олова и свинца как средства защиты от радиации, а также из асбеста и материалов на основе стекловолокна, которые повышают огнестойкость плит.

Структура технологического процесса изготовления древесно-стружечных плит зависит от их вида.

На первом участке производства обычно имеются два самостоятельных потока изготовления древесных частиц: один для внутреннего слоя, а второй для наружных слоев.

Предназначенное к переработке сырье проходит ряд подготовительных операций. В зависимости от вида и размеров оно может подвергаться окорке, распиловке на отрезки определенной длины и гидротермической обработке (чаще всего проварке). Включение в состав технологического процесса последней операции позволяет уменьшить количество мелочи на этапе измельчения древесины, сократить расход энергии, удлинить сроки работы режущего инструмента (до 3-4 ч) и улучшить качество поверхности стружки.

Для получения древесных частиц необходимого размера применяют станки, работающие по принципу ударного измельчения или резания древесины. В первом случае измельчение производится на дисковых или барабанных рубительных машинах. Измельчитель FARMI FOREST (Финляндия), рубильная машина EM-160 (Беларусь) легко перерабатывает отходы деревообрабатывающего производства.

Стружка подвергается сушке до влажности 4 - 7%. Эта операция может выполняться в сушилках разного типа: роторных, барабанных, ленточных, турбинных, пневматических, аэрофонтанных и др.

Стружка не всегда однородна по размерам. Поэтому от нее надо отделять очень крупные и очень мелкие частицы. Для этого стружку пропускают через грохоты, барабанные сита или пневматические сепараторы. Наиболее широкое применение находят устройства первого типа. Грохот имеет два сита, первое из которых с крупными ячейками (10х10мм), а второе – с мелкими (1х1 мм).

После сепарирования стружку смешивают со связующим. Так как поверхность стружки достаточно большая (1 кг может иметь поверхность от 10 до 70 м²), количество же клея, приходящегося на 1 м² поверхности, не превышает 1-8 г. Отсюда равномерное распределение связующего по поверхности стружки затрудняется.

Осуществляется данная операция в смесителях периодического или непрерывного действия. Продолжительность смешивания стружки со связующим не превышает 5-6 минут. Производительность смесителей определяется их размерами и может составлять от 200 до 10000 кг проклеенной стружки в час.

Для соблюдения рекомендуемого соотношения между стружкой и связующим, оказывающим влияние на плотность и прочность плит, производится строгая дозировка. Дозировка стружки может быть объемной или весовой. Первая из них не отличается высокой точностью, так как количество отмериваемой стружки в этом случае зависит от однородности размеров и формы частиц. Поэтому чаще пользуются весовой дозировкой, на точность которой может оказывать влияние только влажность стружки. Но поскольку последняя относительно стабильна, погрешности весовой дозировки меньше, чем объемной. Дозировка стружки выполняется с помощью автоматических весов. Связующее дозируют регулированием работы насоса, подающего его в смеситель.

Подготовленная древесно-клеевая смесь (проклеенная стружка) с помощью специальных формирующих машин насыпается на металлический поддон, вместе с которым она будет направлена в пресс. Формирующая машина должна равномерно распределить проклеенную стружку по поддону, что будет гарантировать стабильность физико-механических свойств готовой плиты. Кроме того, машина должна отмерить определенное количество стружки на одну плиту, что гарантирует ей желаемую плотность.

Для выравнивания слоя стружки по толщине и равномерного распределения по ширине транспортера служит дозирующий валик. Сформированный на поддоне ковер подается в однопролетный холодный пресс, где производится подпрессовка. Целью последней является уменьшение высоты ковра для его заталкивания в промежутки горячего пресса, уплотнение ковра для уменьшения осыпания его кромок, а также предотвращения просыпания мелких частиц через ковер, которое увеличивает неоднородность строения плиты и может явиться одной из причин ее коробления. Давление пресса не превышает $10-18\ \kappa r/cm^2$,

продолжительность сжатия пакета 10-30 сек. Прессование древесностружечных плит может выполняться на прессах периодического или непрерывного действия. Наиболее широкое применение находят многопролетные прессы периодического действия.

Кроме прессов для плоского прессования плит, применяются прессы, работающие по принципу выдавливания, или экструзии. Они могут быть горизонтальными и вертикальными.



Рис. 6.7. Применение ДСП

Качество плит, изготовленных на том или ином оборудовании, зависит от правильного выбора режима прессования и в первую очередь от температуры плит пресса, давления и времени выдержки под давлением [3, 4, 9].

ДСП широко используется в мебельной промышленности, строительстве и других областях (Рис. 6.7.) [6].

6.2.4. Производство композиционных материалов с использованием древесных отходов

В зависимости от области применения строительные материалы, получаемые из древесных отходов, подразделяются на две группы: конструкционно-изоляционные и отделочные; І группа — материалы, применяемые для стен, перегородок, полов, кровли (арболит, гипсоопилочные блоки, опилкобетон, половые щиты и другие); ІІ группа — материалы, используемые для отделки стен и потолков внутри зданий,

изготовления встроенной мебели (волокнисто-стружечные плиты, тырсолит, вибролит и другие).

Некоторые перечисленные материалы могут применяться как конструкционно-изоляционный и как отделочный материал [2].

Древесные частицы, как наполнитель в древесно-минеральных композиционных материалах известен с 1926 года. В это время начали применять в строительстве опилкобетон, с 1927 года известен ксилолит, предназначенный для устройства монолитных полов. Несколько позднее с СССР стали производить фибролит, нашедший широкое распространение в строительстве. Из фибролита изготовляют плиты, которые применяют в качестве теплоизоляционного, конструкционного и акустического материала для стен, перекрытий, перегородок и покрытий зданий.

С 1959 года началось производство арболита — легкого бетона. За рубежом широко используют отходы деревообработки для получения строительных материалов подобно арболиту. В разных странах их производят по технологиям несколько отличающимся друг от друга («дюрисол» в Швейцарии, «вундстроун» в США, «пилинобетон» в Чехии, «интерибоад»пони, «дюрипаналь» в Германии, «велокс» в Австрии) [4].

Для изготовления древесно-минеральных композиционных материалов (ДМКМ) в качестве матрицы используют различного вида минеральные вяжущие (цемент и его разновидности, гипс, магнезиальные вяжущие и др.); в качестве наполнителя — отходы древесины, (опилки, дробленую стружку, древесную муку и т.д.). Кроме этого в состав ДМКМ входят химические добавки, имеющие различное функциональное назначение.

Органический древесный целлюлозный наполнитель (заполнитель) применяют очень широко в производстве таких теплоизоляционных, контстукционно-теплоизоляционных и конструкционных минеральных композиционных материалов, как арболит, цементно-стружечные плиты, опилкобетон, термиз, термопорит, гипсоволокнистые плиты и др.

В качестве древесных и других органических заполнителей используют чаще всего отходы лесозаготовок (вершины, сучья, пни, корни), лесопиления и деревообработки (горбыли, рейки, стружки, опилки).

Древесный органический заполнитель обладает рядом уникальных ценных свойств: малая средняя плотность, хорошая смачиваемость, легкость обработки. Но древесина имеет и отрицательные качества, которые затрудняют получение древесно-минеральных композиционных материалов высокой прочности: повышенная химическая активность, наличие объемно-влажностных деформаций, анизотропность, высокая проницаемость, низкая адгезия к цементу и камню, значительная упругость при уплотнении.

На физико-механические показатели древесно-минеральных материалов оказывает влияние средняя и насыпная плотность древесины. Очень важное свойство древесного заполнителя — его пористость, от которой зависит пористость древесно-минеральных композиционных материалов. В древесине имеются поры, кроме того, при укладке древесных частиц в процессе формования материала образуются пустоты между частицами. Пористость получаемого материала зависит от крупности частиц, от степени уплотнения и других факторов.

На влажность древесно-минеральных композиционных материалов существенно влияет влажность заполнителя. Влажность древесины не постоянный показатель, зависящий от породы, местонахождения в стволе, времени года, температурно-влажностных условий хранения и т.д. При переработке сильно увлажненного сырья частицы древесины получаются низкого качества.

Древесина обладает значительным влагопоглощением. Максимальное количество воды древесный заполнитель поглощает в первые 1,5 ч. Это количество зависит от общего объема капилляров в древесине, а также от величины древесных частиц (чем мельче частицы, тем больше их удельная поверхность и водопоглощение). Поглощение влаги древесными частицами сопровождается их разбуханием.

При сушке древесного заполнителя происходит уменьшение его объема, причем усушка в направлении поперек волокон составляет около 12%, в тангенциальном -6%, в вдоль волокон 0.1%. Такая неравномерная усушка древесного заполнителя приводит к дополнительным напряжениям и влияет на деформативные свойства древесно-минеральных композиционных материалов, вызывая некоторую анизотропию прочности.

Химический состав древесины активно влияет на прочность и сроки твердения ДМКМ. Наиболее вредное воздействие оказывают легкорастворимые простейшие углеводы (сахароза, глюкоза, фруктоза), которые очень быстро образуются из гемицеллюлозной части древесины при ее совмещении с цементным тестом, имеющим щелочную среду, в меньшей степени опасны крахмал, танины и смолы. Вещества, отрицательно влияющие на твердение древесно-минеральных материалов, называют цементными ядами. Количество цементных ядов зависит от породы древесины, условий и сроков ее хранения и т.д.

Лиственные породы древесины обладают большим количеством легкогидролизуемой части — гемицеллюлозы. В связи с этим данные породы в меньшей степени пригодны для получения высококачественных древесно-цементных композиционных материалов.

Для получения древесных композиционных материалов в основном строительного назначения в качестве матрицы применяют неорганические или минеральные вяжущие вещества. Минеральными вяжущими называют порошкообразные вещества, которые при смешивании с водой или водными растворами некоторых солей образуют пластическую массу, способную со временем отвердевать, превращаясь в камневидное тело.

При изготовлении *цементно-стружечных плит* (ЦСП) используют древесную муку, которую связывают с помощью цементирующих или связывающих веществ. Их изготавливают прессованием древесных частиц с цементным вяжущим и химическими добавками.

Плиты относятся к группе трудносгораемых материалов повышенной биостойкости и предназначаются для применения в строительстве в стеновых панелях, плитах покрытий, в элементах подвесных потолков, вентиляционных коробах, при устройстве полов, а также в качестве подоконных досок, обшивок, облицовочных деталей и других строительных изделий [10]. ЦСП обладают хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, водостойки, морозостойки и огнестойки (Рис. 6.8.) [11].



Рис. 6.8. Цементно-стружечные плиты

Цементно-стружечные плиты один из современных материалов, который может заменить деловую древесину или значительно снизить ее расход. Способ производства ЦСП был впервые разработан в США в тридцатые годы прошлого столетия, а практическую реализацию полу-

чил благодаря разработкам швейцарской фирмы «Дюрисол» совместно с немецкой фирмой «Бизон-Верке». В СССР эти плиты начали выпускать с конца восьмидесятых годов прошлого века [4].

Плиты в зависимости от уровня физико-механических свойств подразделяются на две марки: ЦСП-1 и ЦСП-2, а по структуре — на однослойные и многослойные.

Для производства плит рекомендуется применять кусковые отходы деревообработки и лесопиления (горбыли и рейки). Древесина должна быть окорена, не иметь гнили и выдержана при положительной температуре на складе не менее трех месяцев. Для хвойной древесины содержание сахаров не выше 0.5%, а для лиственной -0.2%. Содержание дубильных веществ (танинов) не выше 0.4%, масел, жиров и смол — не выше 1.5%. Допускается содержание коры и гнили не более 5%. Предпочтительнее применение хвойных пород — пихта, ель, сосна, которые заготовлены в зимне-осенний период. Лиственные породы можно использовать при производстве ЦСП, но при прочих равных условиях прочностные показатели плит снижаются на 10-15%. Кроме того не рекомендуется смешение пород.

В качестве вяжущего применяют портландцемент марки 500. К нему предъявляются дополнительные требования: не допускается наличие пластификатора и повышенное (более 5%) содержание шлаковых добавок. В качестве химических добавок для нейтрализации действия цементных ядов чаще всего применяются композиции из жидкого стекла и сернокислого алюминия. Есть данные эффективного использования для ЦСП окисного сернокислого железа с известковым молоком и хлоридом кальция и др.

В производстве цементно-стружечных плит в основном используется рецептура с применением жидкого стекла и сульфата алюминия. Содержание тех или иных компонентов колеблется в зависимости от вида сырья, условий производства и требуемого качества плит (табл. 6.3).

 $\begin{tabular}{ll} $Ta\,6\,.\,3$\\ $P\mbox{ецептуры цементно-стружечных плит} \end{tabular}$

Компонент	Рецепт 1 (кг)	Рецепт 2 (кг)	Рецепт 3 (кг)
Стружка (абс. сухое состояние)	280	280	370
Портландцемент марки 500	770	847	847
Сульфат алюминия (абс. сухой)	11,6	12,4	12,4
Жидкое стекло	27	28	28
Вода	470	470	470

Разработаны рецептуры ЦСП, которые позволяют улучшить их свойства или вовлечь в производство отходы древесины лиственных пород. На 1 м³ ЦСП: древесная стружка в сухом состоянии -260 кг, хлорид алюминия -25 кг, жидкое стекло -30 кг, известь негашёная -20 кг, портландцемент М 500-700 кг, вода -400 кг. Данная рецептура снижает подверженность плит влажностным деформациям.

Применять невыдержанную древесину осины и березы позволяет следующая рецептура ЦСП (на 1 м³): стружка осины или березы (или их смесь) абс. сухая -300-320 кг, портландцемент М 500-620 кг, известь негашёная -150 кг, хлорид кальция -80 кг, вода -420 кг.

Технологический процесс производства цементно-стружечных плит, осуществляемый на оборудовании различных фирм, примерно одинаков и включает следующие операции: сортировка сырья, складирование сырья, окорка сырья, разделка сырья на заготовки, выдержка сырья, изготовление древесных частиц, сортировка частиц, доизмельчение частиц, раздельное хранение стружки для различных слоев, дозирование стружки, приготовление растворов химических добавок, прием вяжущего, послойное смешивание компонентов, формирование ковра, формирование пакетов в силовых тележках, прессование пакетов, тепловая обработка, разборка пакетов, укладка плит в штабель, твердение плит, кондиционирование плит, обрезка кромок плит, сортировка плит, шлифование плит (при необходимости), складирование.

В зависимости от вида и состояния сырья, применяемого оборудования некоторые операции могут быть исключены, а другие введены.

Опыт производства плит показал, что плиты лучшего качества получаются при применении специально резаной тонкой, гладкой стружки, оптимальные размеры которой, мм, приведены ниже (наружный/внутренний слой):

```
толщина -0.2/0.4 ширина -1.0/10 длина -5.0/40.
```

Такую стружку получают на станках с ножевым валом. На установках, оснащенных импортным оборудованием, для этих целей применяется стружечный станок немецкой фирмы Hombak.

Комплекс физико-механических показателей, которыми обладают ЦСП, определяет области их применения и особенности эксплуатации. В этом композиционном материале положительно сочетаются свойства матричного материала и наполнителя древесины в виде стружки. По ряду показателей цементно-стружечные плиты значительно превосходят ДСП и ДВП. Они трудносгораемы, огне- и биостойки, имеют более низ-

кие значения водопоглощения и разбухания по толщине. Их недостатки — невысокие сопротивления ударным нагрузкам, большой объемный вес, труднообрабатываемость [4].

На физико-механические показатели ЦСП наибольшее влияние оказывают следующие показатели: качество и количество применяемой древесины, ее породный и фракционный состав, плотность, пористость, деформативность, количество и качество цемента, его активность и минералогический состав, расход химических добавок и воды, плотность и толщина плит, технологические особенности производства (режимы твердения, обеспечивающие оптимальные условия твердения и сруктурообразования цементного камня). Влияние породы на прочность ЦСП при различных видах механических нагрузок неоднозначны. При изгибе прочность плиты из древесины ели выше, чем из древесины осины и березы, а при срезе и скалывании прочность плиты из березовой стружки выше, чем из еловой и сосновой. Ударная вязкость не зависит от породы.

Достаточно эффективно используются цементно-стружечные плиты в качестве несущих конструкционных элементов, экранов, обшивок панелей типа «Сэндвич» с внутренним слоем из пенопласта, строительных изделий (подоконных досок, облицовок, ограждений и др.). Применение ЦСП в панельном деревянном домостроении значительно снижает потребление высокосортной древесины и изделий на ее основе. Наружные обшивки и экраны деревянных домов из ЦСП позволяют сэкономить 25 м³ древесины или 16 м³ водостойкой фанеры на 1000 м² общей площади домов.

Арболит представляет собой разновидность опилкобетона, в которм в качестве заполнителя использованы древесные опилки и мелкозернистый гравий. Опилки должны быть свежие и хвойных пород.

Изделия из арболита, имея сравнительно невысокую среднюю плотность — $400-850~{\rm kr/m^3}$, обладают отличными строительными, физикотехническими свойствами. Они легко сверлятся, обрабатываются режущими инструментами и штукатурятся, в них можно забивать гвозди и ввинчивать шурупы [4]. Арболит трудносгораем, не разрушается в воде, морозо- и биостоек, не гигроскопичен, малотеплозвукопроводен и долговечен.

Арболит предназначается для изготовления теплоизоляционных и конструкционных материалов и изделий, применяемых в зданиях различного назначения с относительной влажностью воздуха помещений не более 60% и при отсутствии агрессивных газов. Допускается применять арболит в стенах зданий с относительной влажностью воздуха помещений более 60% и наличии слабо- и среднеагрессивных газовых сред, при

соблюдении требований строительных норм и правил по защите строительных конструкций от коррозии, как для ограждающих конструкций из ячеистых бетонов [8].

Используется для строительства одно- и двухэтажных зданий, изготовления строительных блоков, стеновых панелей, плит перекрытия, тепло- и звукоизоляционных плит, объемно-пространственных конструкций (Рис. 6.9.) [2, 11]. Использование арболита позволяет существенно снизить стоимость стены по сравнению с кирпичной кладкой и значительно снизить вес конструкций.

Арболит в зависимости от средней плотности (объемной массы) в высушенном до постоянной массы состоянии подразделяют на:

- теплоизоляционный со средней плотностью до 500кг/м³;
- конструкционный со средней плотностью свыше 500 до 850 кг/м³ [8].

Для изготовления арболита используются следующие вяжущие вещества: портландцементный и быстротвердеющий портландцемент; цемент сульфатостойкий, портландцемент цветной. Марка цемента должна быть не ниже $300~\rm K$ для теплоизоляционного арболита и $400~\rm L$ для конструкционного.



Рис. 6.9. Арболит

Древесные органические заполнители должны удовлетворять следующим требованиям. Размер древесных частиц не должен превышать по длине 40, по ширине 10, а по толщине 5 мм. Содержание коры в измель-

ченной древесине не должно быть более 10%, хвои и литсьев не больше 5% по массе к сухой смеси заполнителей. Древесные частицы не должны иметь видимых признаков гнили и примесей инородных материалов (почвы, камней песка и т.д.), а в зимнее время — примесей льда и снега.

При изготовлении древесной дробленки предпочтение отдается таким породам древесины как ель, сосна, пихта. Допускается использование березы, тополя, осины и других пород древесины, а также их смеси после лабораторной проверки.

Кусковые отходы необходимо измельчать в щепу и выдерживать в кучах под навесом не менее одного месяца при положительных температурах. Применение свежесрубленных отходов всех пород допускается в том случае, если содержание водорастворимых редуцирующих веществ не более 2%, коэффициент пригодности должен быть не более 15.

Для улучшения свойств арболитовой смеси и арболита следует применять химические добавки:

- ускоряющие твердение;
- регулирующие пористость арболитовой смеси и арболита;
- повышающие защитные свойства арболита к стали (ингибиторы коррозии стали);
 - повышающие бактерицидные и инсектицидные свойства;
- регулирующие одновременно различные свойства арболитовой смеси и арболита (полифункционального действия).

Химические добавки, рекомендуемые для изготовления арболитовой смеси, приведены в ГОСТ 19222 Арболит и изделия из него [8].

Технологический процесс изготовления арболитовых изделий и конструкций состоит из следующих операций:

- подготовка заполнителя;
- приготовление химически добавок;
- дозировка компонентов;
- приготовление арболитовой смеси;
- укладка смеси в формы и ее уплотнение;
- термообработка сфомаванных изделий;
- выдержка при положительных температурах.

При производстве арболита в 90% случаев применяется древесная дробленка, имеющая игольчатую форму с коэффициентом формы 5-8 (отношение наибольшего размера к наименьшему) и толщину 3-5 мм. Данная форма обладает более близкими по абсолютному значению влажностными деформациями вдоль и поперек волокон и поэтому может снизить отрицательное воздействие влажностных деформаций заполнителя на структурообразование и прочность арболита. Выбор обо-

рудования необходимого для получения древесных частиц заданной формы и размера зависит от вида сырья, мощности завода по производству арболита и от местных условий.

Дробленку получают переработкой щепы на молотковых мельницах (типа ДМ) и сортируют на виброгрохотах.

Для сортировки щепы и древесной дробленки используют механические сортировки качающихся, вибрационных и гирационных типов.

Качество арболита зависит от тщательности дозирования компонентов, перемешивания цемента и заполнителя, равномерности распределения вяжущего по частицам заполнителя, однородности смеси и др. Исходный состав арболитовой смеси для определенной марки арболита назначают в соответствии с данными таблиц 6.4-6.7 [4].

Таблица б.4 Ориентировочный максимальный расход портландцемента марки 400 на 1 м³ арболита

Days again structure	Расход вяжущего, кг/м ³ , при классе арболита				
Вид заполнителя	B 0,35	В 0,75	B 1	B 2	B 2,5
Дробленка из отходов:					
лесопиления и деревообработки хвойных пород	260	280	300	330	360
лесопиления и деревообработки смешанных пород	290	310	330	360	390
лесозаготовок хвойных пород	280	300	320	350	380

Таблица 6.5 Ориентировочный расход сухого органического заполнителя на 1 м 3 арболита при портландцементе марки 400

Вид заполнителя	Расход заполнителя, кг/м ³ , при классе арболита				
	B 0,35	B 0,75	B 1	B 2	B 2,5
Дробленка из отходов:					
лесопиления и деревообработки хвойных пород	160	180	200	220	240
лесозаготовок хвойных пород	170	190	210	230	250
лесопиления и деревообработки смешанных пород	180	200	220	240	250
лесозаготовок смешанных пород	160	180	200	22	240

Таблица 6.6 Ориентировочный расход воды на 1 м 3 арболитовой смеси при сухих органических заполнителях

Вид заполнителя	Расход вяжущего, кг/м3, при классе арболита				
	B 0,35	B 0,75	B 1	B 2	B 2,5
Дробленка из отходов:					
лесопиления и деревообработки хвойных пород	280	300	330	360	400
лесозаготовок хвойных пород	300	330	360	400	400
лесопиления и деревообработки смешанных пород	330	360	390	430	460
лесозаготовок смешанных пород	330	360	390	430	460

Приготовленная смесь считается качественной, если частицы заполнителя полностью покрыты цементным тестом и цементное «молоко» не стекает при формовании изделий. Температура арболитовой смеси при формовании должна составлять $40-50^{\circ}$ С. Время с момента окончания приготовления арболитовой смеси до начала ее формования должно быть минимальным.

Таблица 6.7 Ориентировочный максимальный расход химических добавок для приготовления арболита (в пересчете на сухое вещество)

Вид заполнителя	Расход химической добавки, кг/м³, при заполнителе древесная дробленка
Кальций хлористый технический	8
Стекло натриевое жидкое	8
Комплексная добавка:	
сернокислый глинозем	20
известь-пушонка	25

Качество изделий из арболита во многом зависит от формования. Капиталовложения в оборудование формовочного поста составляют до 70% общей стоимости всего технологического оборудования. На каждом предприятии технология производства арболита имеет свои особенности. В настоящее время применяются следующие технологические способы формования: прессование в горизонтальных и вертикальных формах, трамбование, вибрация с пригрузом, вибропрессование, силовой вибропрокат, послойная укатка роликами. Перечисленные способы формования имеют преимущества и недостатки.

Нормальными условиями твердения арболита считаются: температура помещения $20\pm2^{\circ}\mathrm{C}$, относительная влажность воздуха $70\pm10\%$. Твердение арболита при температуре $15^{\circ}\mathrm{C}$ замедляется, а при температуре $5^{\circ}\mathrm{C}$ вообще прекращается.

От качества отделки арболита во многом зависит долговечность конструкций и зданий, которые из него построены. Арболит имеет крупнопористую структуру и высокое сорбционное увлажнение, поэтому конструкции из этого материала необходимо покрывать защитно-отделочными покрытиями. Тип покрытия определяют в зависимости от назначения здания, его месторасположения, существующей заводской технологии изготовления арболита и экономической целесообразности.

Так *ксилолит* производится из смеси содержащей древесную муку, магнезиальный цемент, тонкодисперсные минеральные вещества (тальк, асбест, мраморную муку) и щелочестойких пигментов. Ксилолит используют при устройстве полов в зданиях различного назначения, в которых нет влияния агрессивных сред и постоянного увлажнения. Полы из ксилолита гигиеничные, теплые, огне- и биостойкие (Рис. 6.10.). В производстве ксилолита применяют отходы опилок в основном хвойных пород, получаемые при лесопилении. Не используются опилки, пораженные гнилью, и дубовые опилки, т.к. содержащиеся в них дубильные вещества вызывают пигментные пятна на поверхности.

Технология изготовления ксилолита и изделий из него следующая. Древесные опилки, высушенные до влажности 8%, просеивают через сито с отверстиями 25x25 мм, затем через сито с ячейками 5x5 мм (для отсева некондиционных примесей). Подходящие по размеру опилки смешивают в заданных пропорциях. Вяжущие приготовляют в смесителях принудительного действия, куда сначала подают магнезит и красящие пигменты, а затем добавляют затвердитель (раствор хлорида магния). Хорошо перемешанное вяжущее сливают в другой смеситель, в котором находится отмеренное на замес количество опилок. Ксилолитовая смесь перемешивается в течение 4-5 минут до получения однородной массы.

Готовая смесь может использоваться в виде раствора или для изготовления ксилолитовых плит. При производстве плит смесь подается в бункер формовочной машины. Формуют плиты в специальных прессформах в гидравлическом прессе при удельном давлении прессования 2,5-10 МПа. Затем пресс-формы подают в камеру отверждения, выдерживают там при температуре $90-95^{\circ}$ С в течение 21 часа, после чего охлаждают до $25-35^{\circ}$ С и подвергают распалубке. Далее плиты укладывают

в штабеля и выдерживают в течение еще 14 суток. После выдержки для повышения вагостойкости плиты пропитывают гидрофобным составом.



Рис. 6.10. Ксилолит

Основание для ксилолитового пола должно быть жестким: деревянное, каменное или бетонное. Укладка ксилолита в плитках или монолите допускается только после окончания отделочных работ. Плиты укладывают на мастику. Монолитный ксилолит укладывают в 2 слоя. Нижний слой толщиной 10-12 мм — пористый, а верхний толщиной 8-10 мм — более плотный. В смесь, используемую для верхнего слоя, добавляют мелкозернистый песок.

Фибролит представляет собой теплозвукоизоляционный материал, имеющий среднюю плотность 300...500 кг/м³, который изготавливают из древесных стружек (волокон) и неорганического вяжущего вещества портландцемента. Не горит открытым пламенем, легко обрабатывается инструментами. Используют для утепления стен и покрытий, для строительства перегородок [11, 12].

По роду применяемого вяжущего различают фибролит на портландцементе, магнезиальном вяжущем и белитошламовом цементе. Для изготовления фибролита используют специальную стружку (древесную шерсть), которую получают на древесночесальных станках. Требуемая длина ленты не менее 350 мм, ширина 5-10, толщина 0,2-1,0 мм. В качестве сырья можно применять низкосортную, но здоровую древесину, тонкомерные сортименты желательно хвойных пород.

Основной характеристикой цементного фибролита является средняя плотность, по которой он делится на три марки: Ф -300, 400 и 500.Увеличение средней плотности повышает прочность материала и его огнестойкость, но снижает теплоизоляционные свойства.

Из фибролита изготавливаются фибролитовые плиты, используемые в качестве теплоизоляционного, конструкционно-теплоизоляционного и акустического материала в строительных конструкциях зданий и сооружений с относительной влажностью воздуха в помещении не выше 75% (Рис. 6.11.). Плиты из фибролита регламентируются согласно ГОСТ 8928-81 и относятся к трудносгораемым и биостойким материалам. Используются для обшивки стен, потолков, чердаков и устройства крыш, в качестве внутренней теплоизоляции стен и чердачного перекрытия. Плиты также могут использоваться в качестве несъемной опалубки при возведении монолитных бетонных стен, полов и перекрытий.



Рис. 6.11. Фибролит

В процессе изготовления фибролитовых плит используют портландцемент марки не ниже М 400, древесную стружку из древесины хвойных пород (сосна, ель, пихта), а также химические добавки (хлористый кальций, известь, жидкое стекло, сернокислый алюминий). Размеры выпускаемых плит (мм):

```
длина - 2400, 3000 мм;
ширина - 600, 1200 мм;
толщина - 30, 50, 75, 100, 150 мм.
```

По согласованию с потребителем допускается изготовление плит других размеров [13].

Производство фибролита состоит из следующих операций: приготовление цементного теста, минерализация древесной шерсти раствором хлорида кальция, смешивания цементного теста с минерализованной и увлажненной древесной шерстью, прессования плит под давлением до 0,4 МПА, термообработки в камерах твердения и сушки плит [4].

Дюрисол изготавливается из станочной стружки, портландцемента и химдобавок. Используется для производства стеновых панелей, плит покрытий, пустотных блоков. При строительстве жилых зданий можно применять дюризоловые пустотные блоки, при этом пустоты, расположенные по вертикали и горизонтали, заливаются бетоном, за счет чего образуется бетонная сетка, которая несет вертикальную нагрузку, а сам дюрисол выполняет роль теплоизоляции [11, 12].

Название Дюрисол (Durisol) является фирменным названием материала и технологии производства блоков несъемной опалубки для монолитного строительства. Данная технология была запатентована в 1934 году в Голландии. Первое промышленное производство в Европе начато в 1938 году швейцарской компанией DURISOL. Широкое распространение технология получила в западной Европе после второй мировой войны из-за экологической чистоты материала, простоты, высокой скорости и экономичности строительства.

В настоящее время дюрисол производится и успешно применяется во многих странах мира: Голландии, Канаде, Австрии, Чехии, Словакии, Франции, Бельгии, Италии, Венгрии, Японии, Израиле, Алжире, Марокко, начато его производство и в России.

Материалы и изделия из дюрисола выпускают двух категорий. Дюрисол первой категрии имеет среднюю плотность 500-600 кг/м³. Его используют для изготовления теплоизоляционных плит, стеновых блоков несъемной опалубки, плит покрытий и перекрытий, стеновых панелей. Данный материал имеет следующий состав: древесная стружка 250-300 кг, химические добавки 30-37 кг на 1 м³. Предел прочности при сжатии такого дюрисола составляет 1,5-3 МПа. Дюрисол второй категории называется жестким. Он имеет среднюю плотность 1000-1200кг/м³. Расход цемента на 1 м³ дюрисола -700 кг, древесной стружки -270, химических добавок -40 кг. Прочность его при изгибе составляет 8-13 МПа [4].

Технология изготовления обычного дюрисола состоит из следующих основных операций: подготовка органического заполнителя, его мине-

рализация, приготовление дюрисоловой смеси, формование изделий, их тепловая обработка и твердение, отделка.

Для производства дюрисола используются отходы станочной стружки, кусковые отходы в виде реек, горбылей, обрезков и т.д. Но чаще всего при производстве дюрисола применяют древесную станочную стружку. Предпочтение отдается стружке из древесины хвойных пород, из лиственных пород допускается береза и тополь.



Рис. 6.12. Дюрисол

К древесному наполнителю, приготовленному из станочной стружки и твердых кусковых отходов предъявляются требования по гранулометрическому составу и влажности. Органический заполнитель после сортировки (удаления мелких, пылевидных, а также крупных фракций) имеет размеры в продольном направлении $10-20\,\mathrm{mm}$, ширину $5-10\,\mathrm{u}$ толщину $1-2\,\mathrm{mm}$. Отфракционированный заполнитель поступает в промежуточные емкости, откуда его подают на минерализацию. Влажность заполнителя перед минерализацией не более 20%. Минерализацию древесного заполнителя производят, чтобы уменьшить в нем деформацию усадки и набухания, повысить биостойкость полученного материала и улучшить сцепление древесных частиц с цементным вяжущим в процессе твердения. Минерализацию проводят в две стадии. На первой стадии происходит интенсивное смачивание древесного заполнителя водным раствором сульфата алюминия в специальном смесителе принудительно-

го действия. В этом смесителе стружка перемешивается и одновременно смачивается (методом разбрызгивания) раствором минерализатора.

Дюрисоловую смесь готовят в смесителях. Вначале в смеситель подают минерализованный древесный заполнитель, затем известковое молоко. Происходит вторая стадия минерализации. Ее цель — нейтрализация кислот и перевод водорастворимых сахаров в менее вредные для цемента сахараты кальция. Одновременно осуществляется дезинфекция древесины. После перемешивания древесных частиц с известковым молоком вводят цемент и остальное расчетное количество воды. Смесь готовят в течении 2-3 минут.

Существуют серии блоков, предназначенные для возведения нескольких типов стен - от межкомнатных перегородок до наружных несущих стен (Рис. 6.12.). В состав каждой серии входит определенный набор элементов, включающий рядные, угловые и доборные блоки, а также блоки для выполнения перемычек над дверными и оконными проемами. Блоки имеют идеально правильную геометрическую форму и представляют собой систему-конструктор, заполняемую бетоном. За счет этого появляется возможность создавать разнообразные конфигурации стен и в короткий период возводить строительные объекты любой сложности.

Сравнительно небольшая масса готовых стен дает возможность серьезной экономии при возведении фундаментов, а меньшая по сравнению с традиционными системами толщина стены, позволяет получить большую полезную площадь зданий. Готовая монолитная стена из дюрисола намного дешевле традиционной кирпичной кладки, при этом обладает достаточно высокими техническими и потребительскими характеристиками и идеально подходит для массового возведения доступного жилья повышенной комфортности.

Благодаря предварительной обработке щепы дюрисол имеет высокую степень пожарной безопасности: он слабогорюч, трудновоспламеняем, с малой дымообразующей способностью. При этом стоек к атмосферным воздействиям, не подвержен гниению, не впитывает влагу и обладает высокощелочными характеристиками, что предотвращает рост плесени и развитие грибков. Материал выдерживает резкие перепады температуры, практически не впитывает влагу, что позволяет хранить блоки под открытым небом и производить строительные работы зимой.

Термиз, используемый в качестве теплоизоляционного материала для утепления стен и кровли, изготавливают из гашеной извести, опилок, цемента и суглинка [3, 14, 15]. Применяется в строительстве в виде плит или монолита для утепления стен и кровель. Технологический процесс изготовления следующий. Гашеную известь в виде теста загружают

в растворомешалку, туда же добавляют цемент и суглинок влажностью 3-4%, который предварительно измельчен. Смесь требуется тщательно перемешать в течение 3-4 минут. После этого в чашу загружают определенное количество опилок с влажностью 120-150% и опять тщательно перемешивают. Полученная смесь должна быть жесткой консистенции и не крошиться.

Для укладки термиза монолитным способом при уплотнении массы необходимо применять площадочные вибраторы. Поверхность уплотненного термиза, выравнивают, заглаживают и грунтуют малярным составом. Срок твердения термиза 10—14 дней. Предел прочности материала при сжатии составляет от 4 до 10 кгс/см², коэффициент теплопроводности 0,15 ккал/м-ч-град [16]. Термиз является огнестойким и биостойким материалом, хорошо пилится, гвоздится и отделывается красками. Термиз применяют при строительстве в основном при стоительстве сельскохозяйственных объектов.

6.2.5. Получение пластиков из измельченных отходов древесины

Пластики без добавления связующих. В производстве этих строительных материалов древесные отходы применяются очень широко. Пьезотермопластики — плитный материал, получаемый в результате обработки измельченных отходов древесины при высоких давлениях и температуре без добавления связующих веществ. Известны два способа изготовления: без предварительной обработки древесных отходов и с гидрообработкой их перед прессованием. Есть способ производства пьезотермопластика в виде плиток для пола; опилки прессуют в специальных пресс-формах, в которые перед заполнением пресс-массой засыпают красящие порошки. Благодаря этому поверхность брикетированных плиток отделывают под ценные породы древесины [15].

При пьезотермической обработке в замкнутом пространстве древесина претерпевает сложные физико-химические изменения, глубина которых определяет конечные свойства материала. В результате термогидролитических процессов получаются клеящие вещества, а при прессовании материала создаются условия для химического взаимодействия межу реакционноспособными компонентами: при охлаждении материала под давлением возникают многочисленные водородные связи по новым местам контактов. Это способствует повышению адгезионной прочности между отдельным частицами.

Технологический процесс производства пьезотермопластиков состоит из следующих операций: смесь опилок и стружек с влажностью около 30% из деревообрабатывающих цехов поступает в барабанную сушилку, где высушивается до влажности 4-5%. Далее в мельнице осуществляется размол древесных отходов до муки. Мука подается в смеситель, туда же поступает расчетное количество воды, чтобы довести влажность пресс материала до 10%. При необходимости в смеситель можно вводить смолы, красители и другие вещества.

Готовым пресс-материалом заполняют матрицы. Наполненные матрицы поступают в холодный пресс для предварительного уплотнения пресс-материала при давлении 10 МПа за 2,5 мин. После выгрузки из холодного пресса из матрицы вынимают брикеты и передают их на горячие прессы. Режим горячего прессования: температура — 180° С, давление — 20-25 МПа, выдержка при высокой температуре 10 мин, охлаждение пресс-форм под давлением до $30-60^{\circ}$ С 10-15 мин. Далее изделия направляются на кондиционирование, где выдерживаются 7-10 дней для удаления летучих веществ, а далее идут на отделку. Установки мощностью 2 т в сутки считаются рентабельными.

Пластики с добавлением связующих. Производство древесно-полимерных материалов (ДПМ) является весьма прогрессивным и экономически выгодным, т.к. используемые частицы (опилки, стружка, отходы, пыль) чаще всего являются отходами деревообработки.

В зависимости от количества связующего вещества и давления прессования древесно-полимерные материалы образуют две группы, различающиеся по плотности и получивших название (с определенной степенью условности) легких и тяжелых пластиков.

Древесно-полимерные материалы с плотностью $700-1000 \ \mathrm{kr/m^3}$ с небольшим содержанием связующего — это изделия из древесно-клеевой композиции (ДКК). Древесно-клеевые композиции можно применять в областях, где традиционно используют древесину. Тяжелые пластики с плотностью $1250-1380 \ \mathrm{kr/m^3}$ — древесно-прессовочные массы (МДП). Тяжелые пластики могут заменять металлы и заменяющие их пластмассы в изготовлении деталей.

В качестве наполнителей в производстве древесно-прессовочных масс применяют отходы фанерного производства, древесно-слоистых пластиков, опилки, стружку, образующиеся при переработке древесины в количестве от 55 до 75 массовых процентов.

Как связующее вещество используется термореактивная фенолформальдегидная смола, продукты ее начальной конденсации и их смеси, а также карбамидоформальдегидные смолы.

Технология изготовления древесно-прессовочных масс следующая. Для превращения отходов древесины в специальный продукт — их измельчают, сушат и сортируют. Затем частицы древесного наполнителя дозируют и совмещают с подготовленным связующим. Полученную пресс массу сушат, стандартизируют, упаковывают. В зависимости от применяемого сырья (отходов), вида пресс-масс, связующих и способа их совмещения некоторые операции могут быть исключены или введены дополнительно.

Остановимся на некоторых технологических операциях производства древесных пресс-масс из отходов древесины.

Чтобы изделия из древесных пресс-масс имели определенные прочностные показатели, частицы древесных отходов должны иметь определенные размеры. Древесные отходы необходимо так измельчить, чтобы получились частицы с заданной длиной и шириной.

В практике производства древесно-прессовочных масс, содержащих частицы шпона, отходы сухого шпона измельчают в виде полос. Для этого применяют комбинированные молотковые дробилки (ДКУ-М, ДММ-0,3, ДКУ-1,2, С-218).

Если же при изготовлении продукции используются опилки влажностью 30-90 %, образующиеся при пилении древесины на лесопильных установках, а также опилки и стружки, полученные при обработке пиломатериалов с влажностью 10-25 % на деревообрабатывающих станках их необходимо высушить. В зависимости от влажности частиц древесных отходов применяют сушилки «Келлер», «Шильде», «Оберхоф», «Альтмайер», ПКС-10 и др.

Древесные пресс-массы перерабатывают в изделия сложной конфигурации в пресс-формах и применяют в виде различных деталей машин, механизмов.

Древесно-клеевые композиции изготавливают по следующей технологии. Технологический процесс изготовления древесно-клеевых композиций зависит от назначения получаемых изделий и вида древесных отходов, которые необходимо переработать. В общем процесс представлен следующими основными операциями: подготовка отходов деревообработки (наполнителя), подготовка растворов связующих веществ, модифицирующих и отверждающих добавок (рис. 6.13). Если в качестве наполнителя используются опилки или станочная стружка, операция подготовки наполнителя упрощается и ограничивается сушкой и сортировкой измельченной древесины. При наличии кусковых отходов или тонкомерной древесины технологическая схема производства древесно-клеевых композиций и применяемое оборудование могут быть аналогичны производству древесно-стружечных плит.

Древесные отходы можно измельчать двумя способами. По первому проводят предварительное дробление кусковых отходов на дисковых

или барабанных рубительных машинах с последующим измельчением получившейся щепы на стружечных станках роторного типа. Во втором способе древесину вначале измельчают на дисковых стружечных станках резанием параллельно волокнам, доизмельчение полученной стружки шириной 20-30 мм проводят на молотковых дробилках. В первом способе получается стружка игольчатой формы, которую применяют во внутренних слоях древесно-стружечных плит, также она пригодна для изготовления древесно-клеевых композиций. Вторым способом получают длинную и тонкую стружку с ровной и гладкой поверхностью.

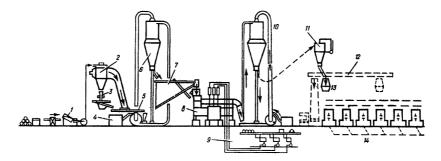


Рис. 6.13. Схема технологического процесса производства изделий из ДКК 1- стружечный станок; 2 — воздушный сепаратор; 3 — молотковая дробилка; 4 — топка; 5 — загрузочный конвейер; 6 — сушилка; 7 — бункер; 8 — смеситель непрерывного действия; 9 — клееприготовительное отделение; 10 — сушилка; 11 — циклон; 12 — конвейр; 13 — дозирующее устройство; 14 — пресс-формы прессов

Изготовленные из отходов опилки и стружка, имеют влажность 40-120%, станочная стружка - 6-12%. Измельченную древесину высушивают в барабанных, пневматических, ленточных и других сушилках до определенной влажности.

После дозирования всех компонентов осуществляют смешивание наполнителя с раствором связующего вещества и другими добавками в смесителях периодического и непрерывного действия. Жидкие компоненты вводят совместно или раздельно. Данная технологическая операция необходима для равномерного покрытия древесины связующим веществом.

Длее пресс-материал подается в пресс-формы, затем изделия направляются на кондиционирование и заключительную отделку.

Немецкая компания «Werzalit» выпускается материал верзалит (подобный изделиям из древесно-клеевых композиций). Верзалит выпускается

по запатентованной технологии, это смесь древесных волокон и полимерных смол, покрытых снаружи бумажно-смоляными и винильными пленками, износостойким пластиком. На сегодняшний день это современный востребованный материал для изготовления подоконников, террас, балконных профилей, сайдинга, столов, столешниц, напольных покрытий, плинтусов, облицовочных и стеновых панелей, деталей мебели и др.

В нашей стране компания «Polywood» (Поливуд) с 2008 г, является ведущим производителем и поставщиком изделий из древесно-полимерного композита. Компания производит в основном профили для настилов, ограждений фасадов, изготавливает различные изделия для заказчиков. Пластики с древесным наполнителем изготавливаются на основе полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида

Древесно-полимерный композит обладает лучшими эстетическими и тактильными свойствами дерева, экологически безопасен, не подвержен воздействиям внешней среды — устойчив к атмосферным условиям, к воздействию насекомых и микроорганизмов, не образует сколов, трещин и заноз, выдерживает большие нагрузки, не содержит фенолформальдегидных и ПВХ смол. Срок службы изделий составляет более 10 лет. Материал не требует окрашивания, цвет однороден по всей глубине изделий. Обрабатывается как обычная древесина.

При прессовании плит из полимера и древесной стружки применяется технология близкая к технологии древесно-стружечных плит. Отходы деревообработки в дробилках доводят до требуемого размера, кондиционные частицы направляют в бункер. В специальном бункере находится порошкообразный полипропилен, который вместе со стружкой подают в смеситель, где происходит равномерное перемешивание. Полученную древесно-полимерную смесь с помощью формирующей машины насыпают в виде ковра, подогревают, прессуют, охлаждают, обрезают по контуру. Обрезки возвращают в производство. Готовые плиты складируют.

Переработка пресс-массы в изделия происходит при высоких давлениях прессования (около 50-70 МПа) при температурах, обеспечивающих перевод полимера в вязкотекучее состояние. При формировании древесно-полимерного материала под влиянием наполнителя изменяются свойства не только связующего, но и самого наполнителя (увеличиваются его пластические деформации, облегчаются релаксационные процессы и т.д.). Таким образом, максимально используя химическую природу древесного наполнителя; связующих веществ и модифицирующих добавок, варьируя условия отверждения и структурообразования

полимера подбором режимов переработки, можно в заметных пределах изменять свойства полимерных композиционных материалов.

Древесно-полимерные композиции применяют в разных сферах.

Промышленность: детали подшипников, промышленная упаковка, транспортные поддоны, тара, морские сваи, железнодорожные шпалы, контейнеры для деталей и мусора;

Строительство и инфраструктура: подоконники, двери и окна, строительный погонаж, перила, поручни, строительные блоки и панели, строительный брус различного профиля и размеров, материал для настилки пола, пирсы, мосты, лестницы, балки, перила, фасадные панели, покрытия, кровельные профили и плитка, таблички, вывески;

Производство мебели: крышки кухонных и других столов, столешницы, дверцы и фасады столов, полки, сиденья и спинки стульев, ножки столов и стульев и т.д;

Внутренняя отделка и интерьер: рейки для защиты стен от повреждений, декоративные профили, отделочные панели, паркет, офисная мебель, полки, плинтуса, звукоизоляция;

Автомобильная промышленность: прокладки крыш и дверей, внутренние панели, подъемные полки, крышки на запасное колесо, полы грузовиков, спинки сидений;

Садовые и уличные конструкции: настил, тротуары, изгороди, заборы, скамейки, беседки, легкие сооружения, детские площадки.

Название детали

из алюминия

из древесных пресс-масс

Корпус:

1,9 из чугуна Втулка: 0,34 из древесных пресс-масс 1.9 из чугуна Вклалыш: 0,28 из древесных пресс-масс 0.88 из стали Блок: 0.27 из древесных пресс-масс 0,64 из бронзы Втулка: из древесных пресс-масс 0.07

Таблица 6.8 Масса, кг

1.13

0.58

Одна тонна изделий из древесных пресс-масс заменяет 8-10 т черных и цветных металлов, из них 2-4 т за счет снижения отходов металлов, так как при изготовлении изделий из древесно-прессовочных масс не образуется отходов — детали без механической обработки получают

необходимых размеров, сложной конфигурации, с необходимой шероховатостью поверхности. Значения массы деталей из традиционных материалов и из древесных пресс-масс приведены в таблице 6.8.

Стоимость таких деталей из древесных прессовочных масс в 1,5 раза ниже, чем чугунных, вдвое, чем стальных, втрое — алюминиевых и в 8-10 раз — бронзовых.

Опыт применения древесных пресс-масс показал, что они являются полноценными заменителями текстолита, волокнита, и других пласт-масс.

Главное достоинство производства изделий из древесных пресс-масс — возможность использовать дешевые древесные отходы деревообрабатывающих производств. Получаемые изделия могут быть в процессе изготовления отделаны различными текстурными и пленочными материалами и требуют минимальной механической обработки.

Применение цельнопресованных изделий позволяет заменить массивную древесину и фанеру.

Стоимость цельнопресованных изделий ниже стоимости аналогичных изделий из традиционных материалов.

6.2.6. Химическая технология переработки древесных отходов

При переработке отходов древесины химической технологией получают много важных продуктов.

Так, например, получить этиловый спирт из биомассы опилок можно тремя способами:

- методом гидролиза древесины опилок с последующим сбраживанием гидролизата дрожжами в этанол;
- газификацией отходов древесины методом пиролиза с образованием синтез-газа и последующим его сбраживанием соответствующими бактериями в этанол;
- пиролизным разложением древесных опилок с образованием синтез-газа, далее получением из синтез-газа метилового спирта и затем его каталитической конверсией в этанол [18].

6.2.6.1. Гидролиз

Гидролизная промышленность широко использует отходы древесины для производства кормовых дрожжей, этилового спирта, глюкозы, ксилита, фурфурола, органических кислот и других продуктов.

Одревесневшие клеточные стенки однолетних и многолетних растений состоят из двух основных компонентов: полисахаридов и лигнина. Гидролиз древесины — процесс взаимодействия полисахаридов с водой в присутствии катализаторов, в результате которого полисахариды распадаются, образуя моносахариды. Гидролизом можно переработать значительное количество отходов древесины.

Получающиеся при гидролизе древесины сахара могут быть выделены и в кристаллическом виде, но чаще всего они подвергаются дальнейшей биохимической или химической переработке. Биохимические методы переработки моносахаридов основаны на использовании различных микроорганизмов (дрожжи, дрожжеподобные грибки), которые в результате своей жизнедеятельности превращают моносахариды в различные ценные продукты (например, этиловый спирт, белковые вещества). При химической переработке получают фурфурол, используемый в качестве растворителя или сырья для выработки синтетических смол, пленкообразующих материалов, фармацевтических препаратов и др. [2].

По одному из современных способов получение этилового спирта происходит следующим образом. В гидролизном аппарате древесные отходы (опилки, щепу) нагревают с серной кислотой. При этом клетчатка гидролизуется до глюкозы. Серную кислоту нейтрализуют известковым раствором, образующийся осадок сульфата кальция отделяют. Полученный раствор глюкозы подвергается брожению в больших чанах в присутствии дрожжей. После окончания процесса брожения раствор отделяют от дрожжей и в ректификационных колоннах отгоняют от него спирт, а дрожжи снова направляют в бродильный чан.

Из 1 тонны сухой древесины данным способом можно получить до 200 литров этилового спирта. Тонна опилок может заменить тонну картофеля или 300 кг зерна в производстве этанола. Учитывая большую востребованность этилового спирта в производстве синтетического каучука и других технологических процессах, становится понятным какое значение имеет производство этилового спирта из древесных отходов в целях экономии пищевого сырья. В России получают спирт на ряде гидролизных заводов.

В зависимости от скорости гидролиза полисахариды растительной ткани условно подразделяют на легко- и трудногидролизуемые. Большое влияние на скорость процесса оказывает степень измельчения древесины. Чем меньше частицы, тем глубже и быстрее идет гидролиз. Наиболее пригодны для гидролиза отходы древесины в виде опилок, в которые добавляется технологическая щепа. В качестве основного сырья на гидролизных заводах используют древесину лиственных пород.

6.2.6.2. Использование древесных отходов в целлюлозно-бумажной промышленности

Получили распространение комплексные методы химической переработки древесинных отходов, в которых совмещены реакции гидролиза, растворения лигнина (второго значительного компонента древесины) и получения целлюлозы. Примером данной схемы может служить производство сульфитной целлюлозы из осиновой или березовой древесины.

Во время варки щепы разного размера в целлюлозу сначала превращается мелкая щепа, а при доварке крупной щепы происходит значительное разрушение целлюлозы, образовавшейся из мелкой щепы. Поэтому при производстве целлюлозы очень важно иметь однородную щепу определенных размеров. Торцовые срезы щепы должны быть гладкими и расположены под определенным углом для обеспечения равномерного и быстрого проникновения варочного раствора в щепу по всем направлениям.

В качестве сырья в целлюлозно-бумажном производстве может использоваться технологическая щепа из низкосортной древесины и древесных отходов. Требования к технологической щепе регламентируются ГОСТ 15815—83 «Щепа технологическая. Технические требования», в соответствии с которым вырабатывают щепу трех марок: Ц -1— для сульфитной целлюлозы и древесной массы для бумаги с регламентируемой сорностью; Ц-2— сульфитной целлюлозы и древесной массы для бумаги и картона с нерегламентируемой сорностью, сульфатной и бисульфитной целлюлозы для бумаги и картона с регламентируемой сорностью; Ц-3— для сульфатной целлюлозы и различных видов полуцеллюлозы для бумаги и картона с нерегламентируемой сорностью [19].

Для обеспечения высоких показателей прочности целлюлозы очень важно сохранить в древесном сырье естественную длину волокон, т. е. свести до минимума число перерезаний их во время рубки. Согласно этому положению частицы щепы должны быть возможно длиннее. С другой стороны, процесс пропитки щепы варочным реагентом, растворение и удаление лигнина протекают наилучшим образом при короткой щепе. Стандартом рекомендованы следующие оптимальные размеры частиц щепы: длина 15 - 25 мм, толщина не более 5 мм. Срезы должны быть под углом 30 - 60°, чистыми, без мятых кромок.

На потребительские свойства продукции целлюлозно-бумажного производства отрицательное воздействие оказывают различного рода примеси в щепе. Поэтому качество щепы характеризуется также и содержанием в ней примесей (кора, гниль и минеральные частицы). При сульфитном способе варки целлюлозы дубильные и экстрактивные ве-

щества, содержащиеся в коре, препятствуют растворению и удалению лигнина. Также кора повышает сорность целлюлозы и не поддается отбеливанию. Поэтому к содержанию коры в щепе для сульфитной варки предъявляются более жесткие требования по сравнению со щепой, предназначенной для сульфатной варки, где отрицательное влияние коры не столь значительно. В зависимости от марки щепы (Ц-1, Ц-2, Ц-3) В таблице 6.9 представлено допустимое ГОСТом количество (доля, % по массе) примесей:

Таблица 6.9 Допустимое количество примесей в щепе, предназначенной для варки целлюлозы

Марка щепы	Kopa	Гниль	Минеральные частицы
Ц-1	1,0	1,0	не допускается
Ц-2	1,5	3,0	0,3
Ц-3	3,0	7,0	0,3

Количество щепы, не соответствующей этим требованиям, не должно превышать 30% объема партии.

Породный состав щепы различного назначения регламентируется разными показателями; в щепе хвойных пород для целлюлозно-бумажного производства допускается до 10~% лиственных пород, а в щепе лиственных пород — до 10% хвойных.

Таким образом, качество технологической щепы оценивается по следующим показателям: содержанию примесей коры, гнили и минеральных частиц; фракционному составу; качеству поверхности и углу среза частиц; составу щепы по породам. В связи с жесткими требованиями к технологической щепе, применяемой в целлюлозно-бумажном производстве, использование отходов лесной отрасли из-за их большого многообразия несколько затруднено.

6.2.6.3. Лесохимия

Интересным способом переработки древесных отходов является пиролиз, получение синтез-газа (смесь ${\rm CO}$ и ${\rm H_2}$) и последующий синтез спиртов, синтетического бензина, и прочего.

Из древесины опилок можно получить синтез-газ различными способами. Например, в процессе парциального окисления углеводородного сырья под давлением, обеспечивающим возможность его каталитической переработки без дополнительного сжатия. Или же получают путем каталитического риформинга углеводородного сырья с водяным паром. Также, путем автотермического риформинга. При этом процесс проводят при подаче воздуха, или воздуха, обогащенного кислородом, или чистого кислорода.

Синтезом из окиси углерода СО и водорода H_2 в промышленности в больших количествах получают метиловый спирт (метанол). Для этой цели можно использовать синтез-газ. Сначала из целлюлозы древесины при повышенном давлении получают синтез-газ, содержащий водород, оксиды углерода, воду. При пропускании смеси СО и H_2 под давлением над нагретым катализатором (окись цинка и др.) происходит реакция:

$$CO + H_2 \rightarrow CH_3OH$$

При этом получают очень чистый метанол.

За рубежом есть ряд пилотных и демонстрационных проектов для утилизации древесинных отходов методом пиролиза в газогенераторе с получением синтетического природного газа метана или синтетической нефти. Синтез-газ, полученный термическим разложением древесины опилок, может служить перспективным сырьем для производства спирта [20].

Переработку полученного из отходов синтез-газа можно провести и другим способом. Типичным продуктом сбраживания синтез-газа бактериями является ацетат. Однако, изменяя состав среды для Clostridia, ученым удалось практически полностью перейти к производству этанола. Предварительно подготовленный синтез-газ после соответствующего охлаждения и очистки используется для получения био-этанола и других ценных соединений в процессе ферментации бактериями типа Clostridium ljungdahlii. В результате ферментации синтез-газа перерабатывается около 80~% CO и 30–40~% H $_2$ в результате чего образуется этиловый спирт, концентрация которого в реакторе достигает 2% об. Непереработанный газ можно направить на рециркуляцию. Раствор этанола отбирается из реактора через удерживающий клетки бактерий фильтр и направляется на ректификационную колонну. Спирт-ректификат обезвоживается с образованием конечного продукта - безводного этанола.

Разработана технология, обеспечивающая получение высокооктанового экологически чистого синтетического бензина с хорошим выходом конечного продукта из отходов древесины. Сущность метода заключается в следующих процессах. Сначала из целлюлозы древесины при повышенном давлении получают синтез-газ, содержащий водород, оксиды углерода, воду, оставшийся после его получения не прореагировавший углеводород. Затем, путем конденсации из синтез-газа выделяют и удаляют воду и потом осуществляют газофазный, одностадийный каталитический синтез диметилового эфира. Полученную таким образом газовую смесь без выделения из нее диметилового эфира под давлением

пропускают над катализатором - модифицированным высококремнистым цеолитом - для получения бензина и охлаждают газовый поток для выделения синтетического бензина [20]. Впервые синтетическое жидкое топливо в значительных количествах производили в Германии во время 2-й Мировой войны, что было связано с недостатком нефти.

Одним из важных для хозяйства продуктов лесохимического производства является древесный уголь. Древесный уголь - твёрдый пористый высокоуглеродистый продукт, образующийся при пиролизе (термическом распаде) древесины без доступа воздуха. Древесный уголь является бездымным, без запаха, незагрязненным, а время горения его в три раза дольше обычного угля. Содержание углерода достигает 85% и выше, а калорийность составляет 7000-9000 ккал (различные материалы содержат различный уголь, соответственно и различную калорийную ценность). Древесный уголь применяется в производстве кристаллического кремния, сероуглерода, чёрных и цветных металлов, стекла, хрусталя, красок, электродов, пластмасс, активированного угля и так далее, а также как бытовое топливо. Сырьем для производства могут служить отходы от заготовки и переработки древесины: щепа, ветки, опилки.

Для получения из древесины угля необходимо организовать процесс пиролиза, разложения без доступа воздуха. Для этого используется различное оборудование. Современное углевыжигательное оборудование исключает загрязнение окружающей среды. Существуют аппараты, в которых все парогазы без конденсации сжигаются, а тепло используется в технологическом процессе. Чаще всего это аппараты с внешним подводом тепла. Технологии позволяют получать уголь с разной степенью прокалки - более богатый летучими веществами для быта и более прокаленный для промышленности. Прочность угля зависит не только от технологии изготовления, но и от породы. Из твердолиственных пород древесины уголь получается более прочный, чем из других.

Печи для углежжения могут быть стационарными и передвижными. Технический состав угля характеризуется содержанием нелетучего углерода, летучих веществ и золы.

В зависимости от того, какое сырье необходимо переработать используется ретортная или шахтная печь. Шахтная печь рассчитана на использование в качестве сырья мелких древесных отходов. Процесс состоит из ряда стадий. Начитается с засыпания опилок в вертикальные шахты, высушивания опилок (при температуре до 150°С из сырья выделяется влага). Далее идет собственно пиролиз. При температуре 150-350°С выделяется газ, и в дистилляте образовываются органические продукты, выделяется реакционное тепло, это происходит при температуре

около 280°С. Затем происходит дальнейшее разогревание смеси пиролизными газами, от образовавшегося угля отделяются смолы, неконденсируемые газы. Температура на этом этапе начинается с 350°С и доходит до 550°С. Последняя стадия - остывание угля. Процесс распада древесины очень сложный, так как она состоит из целого комплекса органических соединений.

Если процесс непрерывный, то шахты стационарные. При прерывном процессе шахты могут быть сменными, сниматься с печи и остывание готового древесного угля не мешает процессу закладки нового сырья в шахту и продолжению процесса.

Роторные печи работают практически по такой же схеме, только вместо установки в печь вертикальных шахт в нее горизонтально вкатываются реторты (вагонетки). Сырье в вагонетках должно быть очень плотно уложено, поэтому данное оборудование не может применяться для утилизации мелких древесных отходов.

Эффективным данное производство будет лишь при наличии значительных объемов дешевого сырья.

Производство дубильных веществ осуществляют путем их экстракции из коры деревьев, наиболее ценными является кора ели и лиственницы. Дубильные вещества имеют большое значение в кожевенной промышленности.

Древесная зелень (ветки, хвоя, листья) отделяются от дерева еще на лесосеке и не попадают на деревообработку. Она является сырьем для производства хвойного экстракта, хвойных эфирных масел, витаминной муки, натурального клеточного сока, хвойной хлорофилло-каротиновой пасты и др. [2].

6.2.7. Производство топливных брикетов и пеллет из древесных отходов

Одним из наиболее эффективных направлений утилизации мелких древесных отходов и коры является производство топливных брикетов и гранул. Брикетирование сыпучих отходов увеличивает теплотворную способность опилок и стружки. Топливные брикеты и гранулы могут использоваться для обогрева пассажирских вагонов, в домашних печах и каминах, а также заводских котельных и ТЭЦ.

Большое распространение получили топливные гранулы (пеллеты), они удобнее брикетов, сыпучи, позволяют организовать автоматическую загрузку теплогенератора. Теплотворная способность пеллетов зависит от содержания в его составе древесины, коры, натуральных смол. Технология производства пеллет появилась в 1947 году.

Подсчитано, что одна тонна уплотненного топлива заменяет: 753 кг каменного угля; 443 кг мазута; 843 м 3 природного газа [15].

Первая в России технологическая линия для производства топливных гранул из древесных отходов была смонтирована на предприятии ОАО «Биотоплива» в Санкт-Петербурге.

Технологический процесс производства гранул состоит из следующих операций. Схема характерной существующей технологии производства твердого топлива производительностью порядка 1 тонны в час показана на рисунке 6.14.



Рис. 6.14. Схема технологического процесса производства топливных брикетов и гранул из отходов деревообрабатывающей промышленности

Кусковые отходы (горбыли, рейки, обрезки досок) конвейером подаются в рубильную машину, далее поступают в накопительный бункер и молотковую дробилку. Туда же поступают мягкие древесные отходы (опилки, стружка). Измельченное сырье загружается в барабанную сушилку, далее идет в накопительный бункер, в котором при их перемешивании обрабатывают водяным паром из парогенератора. Обработка материала паром размягчает лигнин древесины, способствует ее пластификации и облегчает процесс прессования. Далее отходы древесины подаются в пресс-грануляторы. Давление прессования составляет 60-80 МПа. Пресс позволяет получать гранулы диаметром 6,8,10 мм.

Таблица 6.10 Технические характеристики линии по производству гранул

Производительность, т/месяц	1200 - 1500		
Установленная мощность, кВт	270		
Площадь цеха, м ²	600		
Обслуживающий персонал, человек в смену	4		
Характеристика гранул			
Диаметр, мм	6, 8, 10		
Плотность, $\kappa \Gamma / M^3$	1300 - 1500		
Теплотворная способность, ккал/кг	4600 – 4900		
Влажность, %	7 - 9		

Горячие гранулы поступают в охладитель, затем на сортировочное сито. Мелочь отсасывается вентилятором и возвращается в сушилку, а кондиционные гранулы на упаковку.

Линия имеет следующие технические характеристики, приведенные в таблице 6.10.

К основным достоинствам уплотненного топлива относятся:

- высокая плотность (насыпная плотность брикетов и гранул выше, чем у щепы или дробленки);
- высокая теплотворная способность (энергосодержание 1 кг древесных гранул соответствует 0,5 л жидкого дизельного топлива);
 - низкая влажность и зольность, невысокое содержание серы.

Кроме того гранулированное топливо не смерзается.

6.2.8. Использование отходов деревообработки в качестве топлива

Использование древесных отходов для производства продукции связано с определенными экономическими трудностями, продажа отходов не приносит существенной прибыли. Наиболее популярным и востребованным способом утилизации древесных отходов на данный момент в нашей стране является сжигание с целью получения тепла. Данный способ более или менее оправдывает себя не только с экологической стороны (сжигание древесины более безопасно для окружающей среды, чем нефти и угля, древесина возобновимый ресурс), но и с экономической, получаем тепло и энергию [5, 6].

Сжигание древесных отходов базируется на нескольких методах сжигания, в том числе:

- Прямое сжигание,
- Сжигание в кипящем/циркулирующем слое,
- Газификация (сжигание газов во вторичной камере сгорания),
- Сжигание пылевидного топлива.

Прямое сжигание происходит в топках с горизонтальной, конусообразной, наклонной или подвижной колосниковой решеткой. Данный метод используется в водогрейных котлах и печах малой мощности (менее 20 МВт) для сжигания древесного топлива, в том числе, с высокой влажностью: кусковых и длинномерных отходов, щепы, коры, опилок, топливных брикетов и гранул и т.д.

Для выработки электрической энергии отходы сжигаются в паровом котле с последующим использованием пара в паровой турбине. Эта технология имеет низкий электрический к.п.д. порядка 8-13% (для мини-ТЭЦ мощностью 600-1000 кВт), который повышается благодаря использованию более совершенных методов сжигания, таких как сжигание в

кипящем/циркулирующем слое или сжигание пылевидного древесного топлива. Однако эти методы используются в электростанциях мощностью не менее 5 МВт, строительство которых требует больших капитальных затрат. Недостатком этого метода является низкая эффективность и высокий уровень эмиссии отходов горения в дымовых газах.

Сжигание в кипящем/циркулирующем слое позволяет достичь большей эффективности и экономичности за счет почти 100%-го сгорания топлива при меньшем уровне эмиссии отходов горения по сравнению с прямым сжиганием. При использовании данного метода измельченное древесное топливо полается в «кипяший» слой, созданный путем продувания воздуха или газа через слой инертного материала, например, песка. Количество инертного материала существенно больше количества топлива, поэтому процесс горения протекает стабильно с высокой эффективностью. В зависимости от скорости продувки частицы инертного слоя остаются в нем или же выносятся из слоя вместе с продуктами горения и собираются с помощью циклонов, после чего возвращаются в кипящий слой (метод циркулирующего слоя). Метод сжигания в кипящем слое используется в котельных и ТЭЦ в диапазоне мощностей от 5 до 600 МВт для получения электрической и тепловой энергии. Дополнительным достоинством данного метода является возможность сжигания различных видов топлива (всего до 70 видов), включая низкосортный уголь, торф, твердые бытовые отходы, отходы ЦБК и т.д.

Газификация (сжигание газов во вторичной камере сгорания) представляет собой двухэтапный процесс. На первом этапе топливо подается шнековым питателем на наклонную решетку в первичной камере (предтопке), где оно нагревается до такой температуры, при которой происходит процесс газификации. Перегретый и смешанный со вторичным воздухом древесный газ сгорает во вторичной камере практически без остатка. Продукты сгорания используются в котле или печи для получения горячей воды, пара или воздуха. В когенерационном режиме пар может использоваться в паровой турбине для получения электроэнергии. Диапазон мощностей систем сжигания такого рода от 150 кВт до 30 МВт. Недостаток - высокая стоимость.

Сжигание пылевидного топлива осуществляется с помощью специальных горелок, предназначенных для сжигания древесной пыли, образующейся в процессе производства или в результате измельчения древесных отходов в пыль. Весь процесс от исходных древесных отходов, измельчения в пыль с влажностью порядка 8%, подачи и сжигания пыли - полностью автоматизирован. Получение энергии с использованием

только древесной пыли используется достаточно редко; обычно это топливо используется в котельных или ТЭЦ, работающих на пылевидном угле и/или торфе. Стоимость комплектного оборудования для сжигания древесной пыли также высока.

Есть еще варианты превращения древесных отходов в топливо: переработка в древесный уголь или в генераторный газ. В первом случае древесина подвергается пиролизу, т.е. нагревается без доступа кислорода. Произведенный таким образом уголь находит свое применение не только в быту, но и в промышленности. Газификация древесного угля позволяет получить синтез-газ высокой степени чистоты, который в дальнейшем может использоваться в производстве бензина и дизельного топлива.

6.2.9. Биологическая переработка древесных отходов

В состав древесных отходов входят высокомолекулярные полисахариды (целлюлоза (клетчатка), спутники целлюлозы, пентозаны и гексозаны, лигнин. Главным параметром биотехнологии является соотношение важных химических элементов углерода С к азоту N в массовых частях. Это соотношение C/N в субстрате, подвергающемуся биоразложению должно составлять от 25/1 до 30/1. Если это соотношение не существует, то его необходимо обязательно достигнуть введением того или иного компонента. Строго регламентируется размер частиц субстрата, подвергаемого биодеградации, влажность массы при биодеградации для аэробного компостирования. Порог температуры биоразложения (компостирования) массы является температура +60 - +70°С. Доступ кислорода воздуха способствует процессу биодеградации, т.е. должна существовать определенная естественная или искусственная аэрация. Следует учесть, что при закладке биомассы на биологическое разложение количество ее в конце процесса снижается на 35-40% от первоначального количества и выделяется ряд органических веществ на промежуточной стадии (в том числе биогаз, главной составной частью которого является метан СН4). При этом на этой стадии его можно использовать как биотопливо. Однако это потребует дополнительное оборудование и, следовательно, большие материальные затраты. Без больших затрат можно проводить биодеградацию до получения биомассы (компоста) пригодной в качестве сравнительно недорогого природного экологически чистого органического удобрения. Добавление биомассы в любую почву в разумных количествах дает положительные результаты, повышается плодородие почвы [21].

6.2.10. Использование кородревесных отходов

К числу основных операций по подготовке коры к использованию относятся сбор и хранение, транспортирование, измельчение и сортировка. При хранении коры на открытых складах, качество коры как сырья ухудшаются. Снижается ее механическая прочность, в летний период развиваются бактерии и дереворазрушающие грибки. Таким образом, при открытом хранении коры как технологического сырья необходима организация специальных складов, обеспечивающих соответствующие режимы хранения.

Независимо от направления использования коры она должна иметь невысокую влажность. Поэтому необходимой операцией подготовки коры к использованию является обезвоживание, которое может осуществляться с помощью короотжимных прессов, а также естественной или искусственной сушкой. Для измельчения коры наиболее широко применяются машины роторного типа.

Кора имеет более сложное строение, чем древесина. Сырую кору используют в составе отходов лесопиления. Термические методы представлены технологиями сжигания, пиролиза и газификации. Можно использовать кору для энергетических целей, но сложности возникают из-за высокой влажности коры. Чтобы сжигание было экономически оправдано необходимо специальное оборудование.

При пиролизе кородревесных отходов можно получить ряд ценных продуктов и немного теплоносителя. Из тонны воздушно сухой коры образуется около 100-120 кг горючих газов, которые покрывают тепловые затраты на процесс пиролиза, предварительной сушки коры и часть энергии остается. Таким образом, пиролизная переработка коры используется в основном на крупных предприятиях с достаточно современным оборудованием и в регионах с дешевой электроэнергией.

Для получения из коры топливных брикетов без добавления связующих необходимого соответствующее оборудование, которое должно включать машину для измельчения, сушильный агрегат и брикетировочный пресс.

По теплотехническим свойствам топливные брикеты, получаемые из коры, занимают промежуточное положение между торфяными и угольными. Торфяные брикеты имеют теплоту сгорания рабочей массы в пределах 15 - 19 М Дж/кг (при влажности 9-15%), а угольные 21- 29 МДж/кг. Отрицательные свойства брикетов из коры, так же как и из торфа, заключаются в способности их набухать и разрушаться при попадании в воду. В связи с этим брикеты из коры необходимо хранить в штабелях, защищенных от воздействия атмосферных осадков [22].

Основными химическими методами переработки кородревесных отходов являются экстракция и гидролиз. В ходе экстракции из коры хвойных пород деревьев извлекают хвойный воск и дубильные вещества. В качестве экстрагентов используют органические растворители (гексан, изопропанол) и воду. В ходе гидролиза кородревесных отходов в присутствии катализаторов (кислых солей, минеральных кислот) получают различные пищевые, кормовые и технические продукты (спирты, дрожжи, диоксид углерода). Экстракционная переработка позволяет получить при достаточно современном оборудовании большой перечень ценного сырья: от камфары и канифоли до пищевых антиоксидантов и косметических БАДов. Применение глубокой химической переработки экстрактов растительного сырья способно дать практически все виды сырья органического синтеза.

В основе биологических методов переработки кородревесных отходов лежит процесс компостирования, реализуемый в полевых условиях и биореакторах различного типа с получением удобрений, мелиорантов, рекультивационных материалов.

Производство компоста можно осуществлять только в регионах с теплым климатом и развитым сельским хозяйством. Процесс включает компостирование предварительно измельченной коры с добавками азотных и фосфорных удобрений. Полученный компост по свойствам не уступает лучшим торфяным грунтам. Время компостирования составляет 3 - 4 месяца в открытых буртах. В США разработана технология компостирования при температуре $90 - 97^{\circ}$ С в закрытых реакторах. Происходит процесс гидролиза и термической деструкция компонентов коры в присутствии кислоты. Реакции протекают быстро и длятся от нескольких часов до двух суток. Это дает возможность экономить время и площади под бурты, но приводит к повышенному содержанию в грунте компонентов лигнина, подавляющих активность микрофлоры почвы. Чтобы этого не происходило, полученный компост смешивают с натуральными удобрениями.

Непосредственная микробиологическая обработка коры с целью получения химических соединений обычно затруднена наличием большого количества токсичных для микроорганизмов соединений. Можно использовать для микробиологической (и предварительной гидролизной) переработки остатки от экстракции, из которых уже извлекли терпены, полифенолы, часть лигнина и другие токсичные соединения.

Несущественным методом переработки коры является производство кормовых добавок для скота. Для этого пригодна лишь кора осины к тому же максимальная добавка гранулированного корма составляет

не более 30%. Переработка в корма заключается в очистке от примесей, подсушке, измельчении, силосовании и гранулировании.

Одним из перспективных направлений использования отходов окорки является изготовление из них древесно-корьевых плит, применяемых для облицовки потолка, пола, стен, изоляционных плит. Существует технология изготовления конструктивно-технологического материала королита — аналога арболита, в котором в качестве заполнителя используются измельченные на фракции размером от 2 до 10 мм отходы окорки в сочетании с цементом [2, 11].

6.2.11. Переработка лесосечных отходов

Одним из важнейших условий комплексного использования лесных ресурсов является переработка лесосечных отходов.

Переработка лесосечных отходов может производиться на промежуточном лесоскладе. При трелевке хлыстов на промежуточном лесоскладе скапливаются отбракованные и разломанные стволы, уцелевшие сучья, ветви и вершины. Сбор отходов на лесосеке и промежуточном лесоскладе может выполняться как составная часть лесозаготовительного процесса или как самостоятельный процесс после проведения лесосечных работ. Сложной задачей при переработке отходов является разборка куч, поскольку отходы, особенно ветви, вершины и маломерная древесина переплетаются между собой. Поэтому рекомендован способ укладки, при котором каждая пачка становится в вертикальное положение или под углом 20-30° с опорой на ранее уложенные пачки.



Рис. 6.15. Подборщик пакетировщик лесосечных отходов

Основным препятствием, вызывающим определенные трудности в использовании лесосечных отходов, является низкая транспортабель-

ность из-за небольшой плотности. Для преодоления этой трудности предлагаются следующие методы: отходы перерабатываются на шепу на лесосеке с помощью передвижной рубильной машины, имеющей бункер для щепы; отходы перерабатываются на шепу на придорожной площадке; отходы перед транспортировкой потребителю прессуются.

Для повышения эффективности перевозки древесных отходов с лесосеки возможно их пакетирование, которое выполняется специализированными машинами. Сегодня несколько фирм предлагают машины для механизации процесса сбора лесосечных отходов и их пакетирования, так фирма John Deere предлагает подборщик пакетировщик лесосечных отходов 1490D (рис. 6.15.).

Производительность подборщика пакетировщика составляет 20-30 пакетов в час. В благоприятных условиях — до 40 пакетов в час. Один пакет имеет диаметр 0,7-0,8 м, длину 3,1-3,2 м. Вес типичного пакета колеблется от 400 до 600 кг. Объем пакета составляет около 0,7 м³ в зависимости от характеристик лесосечных отходов. Процесс формирования и уплотнения пакетов из лесосечных отходов полностью автоматизирован. Уплотнение отходов уменьшает их объем на 80%. Получаемые пакеты однородны по форме и пригодны для транспортировки.

Основным способом переработки лесосечных отходов является производство щепы и дробленки с помощью передвижных рубильных машин. Крупномерная дробленка длиной по волокну 5 - 10 см имеет лучшие показатели при потреблении на топливо. Она лучше сохнет в кучах, меньше затрачивается энергии на ее получение. Эта дробленка может быть использована и для получения стружки, применяемой в производстве ДПС.

Под древесной зеленью понимается все живое, составляющее крону деревьев. Структурный состав древесной зелени в значительной степени зависит от породы древесины. Средние данные по соотношению хвои (листвы) и веток в древесной зелени представлены в таблице 6.11 [22].

Количество хвои (листьев) на растущих деревьях зависит от целого ряда факторов, включая породу древесины, диаметр и высоту деревьев.

Специфика технологии и организации переработки древесной зелени заключается в ограничениях по срокам ее хранения до переработки. Хвоя, пролежавшая на лесосеке после рубки деревьев при положительной температуре более 7 дней, теряет многие ценные свойства. За этот период разлагаются хлорофилл, каротин и витамины. Поэтому хвойную лапку необходимо отгружать для переработки сразу же после рубки леса [22].

Применяются два варианта утилизации древесной зелени, по одному из них хвойная лапка отделяется непосредственно на лесосеке, при вто-

ром на лесосеке собираются ветви и вершины, которые доставляются на нижний склад, где измельчаются на рубительной машине. Измельченная масса пропускается через специальное оборудование, обеспечивающее разделение ее на древесную зелень и щепу.

Таблица 6.11 Среднее соотношение хвои (листвы) и тонких веток в древесной зелени (% к общему весу)

Компоненты древесной зелени	Среднее соотношение хвои и тонких веток (% к общему весу)			
	Сосна	Ель	Береза	Осина
Хвоя (листья)	66	80	53	60
Молодые побеги диа- метром до 6 мм	34	20	47	40

Древесная зелень является сырьем для выработки многих ценных продуктов. При использовании древесной зелени интерес представляет химический состав этой части биомассы дерева. Древесная зелень содержит биологически активные водо- и жирорастворимые вещества (каротин, хлорофилл, витамины, флавониды и др.), а также энергетические и пластические компоненты— углеводы, белки. [17]. Возможно применение зеленой массы деревьев и продуктов ее переработки в животноводстве, птицеводстве, медицине и других отраслях. Из зелени можно произвести витаминную муку, хлорофиллокаротиновую пасту, хвойный лечебный экстракт, эфирные масла и др. В процессе комплексной переработки из древесной зелени вырабатывают ряд продуктов, которые находят применение в парфюмерно-косметическом производстве, животноводстве, ветеринарии, медицине.

Древесные отходы можно использовать для изготовления кормов для сельскохозяйственных животных. Сырьем для получения веточного корма служит древесная зелень, мелкие ветки, кустарник, часть коры и ряд других отходов. Наибольшую ценность представляют зеленые ветви диаметром 1,5 см, длиной 30... .50 см, у которых на долю зелени приходится не менее 60 % массы.

Распространенным способом переработки древесной зелени является производство витаминной муки. Витаминную муку вырабатывают из листьев, хвои, молодых неодревесневших побегов таких древесных пород как сосна, кедр, пихта сибирская, береза, осина, ива и получают путем быстрого высушивания измельченной древесной зелени в потоке горячего теплоносителя и последующего ее размола до частиц размером 1,5... 2,0 мм. Витаминную муку из древесной зелени вырабатывают на

передвижных и стационарных установках. Выход витаминной муки в зависимости от породы и влажности древесной зелени изменяется в пределах 40-50 %.

Кроме того, из измельченных древесных веток лиственных пород зимней заготовки могут быть изготовлены веточные хлопья, а древесная измельченная зелень хвойных пород, может применяться как непосредственная добавка к рациону животных и птицы в районах, расположенных близко к местам заготовок, так как ее использование целесообразно при сроке хранения не больше 2 - 3 суток [2].

Эфирные масла представляют собой сложные смеси душистых веществ и являются продуктами жизнедеятельности различных органов растений. Наибольшее значение имеют хвойные эфирные масла, так как хвойные деревья содержат масел во много раз больше, чем лиственные. Эфирные масла получают из древесной зелени хвойных пород (пихты, сосны, ели) в основном путем перегонки с водяным паром или путем экстракции. Химический состав хвойных эфирных масел в течение года меняется незначительно. При соблюдении правил хранения древесной зелени масло в хвое сохраняется полностью и качество его почти не меняется. Так пихтовое эфирное масло является сырье для производства искусственной медицинской камфары, а также для отдушек в мыловарении и парфюмерии.

Сырьем для получения пихтового масла служит в основном древесная зелень пихты. Для производства масла используют зелень всех видов, в первую очередь пихты сибирской, сахалинской. Пихтовое масло содержится только в хвое (2 - 2,5 % по массе свежей хвои) и в коре (1,3 %) массы свежей коры побегов). В древесине побегов масла нет.

Технологический процесс производства пихтового масла начинается с заготовки древесной зелени, которая осуществляется путем сбора лесосечных отходов при разработке лесосек с преобладанием пихты. Получение пихтового масла основывается на его следующих важных свойствах: способности при прямом воздействии пара перегоняться вместе с ним; нерастворимости в воде; различии плотности воды и масла.

6.3. Технологические основы переработки и утилизации отходов целлюлозно-бумажной промышленности

На сегодняшний момент известны различные варианты утилизации наиболее токсичных твердых отходов целлюлозно-бумажного производства — активного избыточного ила и скопа. Это анаэробное/аэробное сбраживание, паровое преобразование, влажное окисление, сжигание, компостирование, пиролиз, использование в качестве связующего ве-

щества для получения топливных брикетов, удобрения, в строительстве, корма для животных и птиц. Но, принимая во внимание высокую стоимость и трудоемкость процесса, данные способы утилизации отходов целлюлозно-бумажного производства не очень широкого используются.

6.3.1. Способы утилизации шлам-лигнина

Трудность промышленной переработки шлам-лигнина обусловлена сложностью и нестойкостью входящего в его состав лигнина. В отходах предприятий содержится не природный протолигнин, а в значительной степени, измененные лигниносодержащие вещества или смеси веществ, обладающие большой химической и биологической активностью. Кроме того в состав шлама входят и другие соединения.

На данный момент нет исчерпывающих технических решений по утилизации шлам-лигнина. Существует ряд способов утилизации лигнин-содержащих отходов целлюлозно-бумажной промышленности. Использование отходов для рекультивации несельскохозяйственных почв путем разбавления и проращивания в них семян растений через некоторое время приведет к формированию нового слоя грунта. Различные виды лигнинов в почве под воздействием почвенных бактерий постепенно превращаются в гумусовые вещества, которые способствуют плодородию почвы [21]. Применяют также аммонизированный лигнин, где часть азота (25 %) находится в виде сульфат аммония, а 75 % азота химически связано с лигнином, поэтому он обладает пролонгированным характером действия. При внесении в почву он быстро не вымывается, а усваивается растениями постепенно, по мере разложения лигнина микроорганизмами до низкомолекулярных соединений. Почва обогащается микро- и макроэлементами. Активируются микробиологические процессы, за счёт чего повышается плодородие почвы.

Лигнин-содержащие отходы можно сжигать в специальных печах или применять для производства топливных брикетов. Можно перерабатывать отходы путем их пиролиза на специальных пиролизных установках, в результате чего образуется уголь, по физико-химическим свойствам похожий на древесный. Такой уголь может применяться в качестве бытового топлива, применяться в черной и цветной металлургии в качестве восстановителя вместо древесного угля, графита и др. Помимо угля в процессе пиролизной обработки лигнин-содержащих отходов образуется смола, содержащая в совокупности до 50% фенолов.

Лигнин можно использовать в качестве топливно-выгорающей добавки в производстве керамических материалов, заменителя опилок в строительных изделиях, сырья для получения феноллигниновых полимеров, пластификатора и интенсификатора измельчения.

Кроме того, отходы лигнина можно добавлять в асфальт, что улучшает свойства дорожного покрытия [23].

Установлено, что зола шлам-лигнина, содержащая оксиды кремня, алюминия, железа, сульфат кальция и другие вещества, обладает сорбционно-коагуляционными свойствами и может быть использована в качестве сорбента для очистки сточных вод от ряда загрязнителей. Процесс может быть представлен следующими стадиями: флотоуплотнение осадка, обезвоживание и сжигание с получением сорбента-коагулянта.

Достаточно перспективным направлением в утилизации шламлигнина может быть и использование его зол для получения цементных составов. В состав шлам-лигнина входит большое количество оксида алюминия. Цементоблоки, изготовленные с использованием в цементных составах золы шлам-лигнина обладают хорошими показателями по прочности и сжатию. Получающийся цемент по прочности соответствуют цементу марки М500 [24, 25].

Мелковолокнистые отходы от производства целлюлозы, извлеченные из сточных вод, так называемый скоп частично утилизируются при изготовлении древесно-волокнистых плит (ДВП). Также скоп можно использовать для получения фильтровальных материалов. Такие фильтровальные материалы можно применять вместо традиционной фильтровальной бумаги и картона в тех случаях, когда использование фильтровальных материалов на основе отходов ЦБП не противоречит санитарным требованиям. Кроме того разработаны технологии конструкционно-теплоизоляционных материалов с использованием скопа в качестве вяжущего и волокнистого наполнителя.

6.3.2. Термическая утилизация отходов ЦБК

В целлюлозно-бумажном производстве основная масса твердых отходов приходится на отходы окорки древесины. Сжигание коры осуществляется по трем технологическим схемам: непосредственное сжигание, сжигание с другим топливом, получение и сжигание топливных пеллет и брикетов. Первый способ подходит для небольших предприятий и в том случае если кора имеет после окорки сравнительно низкую влажность (например, после дисковых корообдирок). Второй метод применим при минимальной предварительной подготовке коры. Также его можно использовать на предприятиях, где заводская котельная ориентирована на другое топливо, и заодно можно утилизировать отходы окорки.

На целлюлозно-бумажных предприятиях кору сжигают в специальных котлоагрегатах высокой производительности (до 75 т/ч) в смеси с другими видами топлива: щепой, углем или жидким топливом.

Производство брикетов из коры будет эффективно только в случае низкой себестоимости электроэнергии в регионе (например, если рядом крупная АЭС или ГЭС).

Поскольку окорка производится по "мокрому" методу, то кора после окорки содержит до 85% воды и ее сжигание даже совместно с другим сырьем нецелесообразно. Поэтому производят предварительную подготовку коры: отжим и измельчение. В результате влажность снижается до 50-55%. Такую кору уже можно нормально сжигать в стандартных печах. Теплоносителем может служить топочный газ ТЭС. При этом большая часть воды, сажи и других примесей конденсируется из продуктов сгорания, повышая КПД печи, а кора подсыхает и нагревается.

Для более равномерного сгорания коры в печах, следует проводить предварительную сортировку коры от крупных отщепов и измельчать их. Достижение равномерной дисперсности и низкой влажности коры позволяет повысить энергетический эффект ее сжигания на 10-25% по сравнению с неподготовленной корой, но, это осуществляется только на крупных предприятиях (утилизирующих более 15-20 тонн коры в сутки).

При прессовании из коры топливных брикетов для ТЭС, необходимо достигать высокой плотности прессования, лучших результатов можно добиться при использовании винтовых прессов с формующей головкой, аналогичной экструдеру.

Прессование коры лиственных пород осуществляют непосредственно из сырой коры с минимальным обогревом, при этом происходит отжим воды, уплотнение массы, в результате получаются прочные гранулы чаще цилиндрической формы. Кору хвойных пород (основная масса ЦБК) лучше прессовать в сухом виде и при нагревании до $90-130^{\circ}$ С, что обусловлено высоким содержанием терпенов и других смолистых веществ. Брикеты получаются высокого качества, прочности и калорийности.

Сжигание шлам-лигнина можно осуществлять двумя способами — сжигание в кипящем слое и колосниковое сжигание. Уничтожение отходов целлюлозно-бумажной промышленности с помощью огня отличается своей невысокой стоимостью, однако имеет целый ряд недостатков. В первую очередь, оно не подходит для отходов, имеющих высокую влажность, низкую температуру плавления. Также этот способ не подойдет, если наблюдаются большие колебания плотности отходов и наличие крупногабаритных включений [26].

6.3.3. Биотехнологические методы для переработки лигносодержащих отходов

Метолом биотехнологии можно перерабатывать целлюлозосодержащие отходы с приготовлением биомассы. Для этого можно использовать одну из разновидностей экологической биотехнологии, культивирование вермикультуры, т.е. разведение на отходах целлюлозосодержащих компонентов специально культивируемых калифорнийский червей (это окультивированный вид диких дождевых червей Annelida).

Культивирование компостных червей позволяет получать ценное концентрированное органическое удобрение - биогумус.

Отходы целлюлозно-бумажной промышленности (гексозы, пентозы, лигнин, лигносульфонаты) можно подвергать биохимической деструкции. Пентозы и гексозы окисляются аэробными микроорганизмами до пиро-виноградной кислоты, которая метаболирует в уксусную кислоту, ацетальдегид и этанол. В анаэробных условиях гексозы и пентозы разлагаются бактериями которые продуцируют жирные кислоты (масляную, пропионовую, уксусную) и спирты. Жирные спирты разлагаются другими бактериями до соответствующего жирного альдегида, а затем и до уксусной, пировиноградной или щавелевой кислот [2, 21].

Достаточно перспективным направлением переработки отходов ЦБК является применение биокаталитических процессов, основанных на превращении отходов в биопрепараты, биосубстраты с использованием биокатализаторов лигноцеллюлозного действия [27].

В данное время в мире работают над биотехнологиями на основе лигнолитических ферментов базидиальных грибов для утилизации лигнинсодержащих отходов. Базидиальные грибы, возбудители белой гнили древесины, принадлежат к немногочисленной группе микроорганизмов, способных разрушать лигнин. Основная экологическая функция базидиомицетов в природе — разложение лигнина и целлюлозы. Грибы преобразовывают труднорасщепляемые биополимеры в формы, доступные для потребления другим организмам в экологической цепи и это их свойство можно использовать для утилизации отходов ЦБК.

Известно, что некоторые виды высших базидиальных грибов, деструкторов древесины, обладают уникальными механизмами детоксикации как продуктов деградации лигнина, так и ксенобиотиков. В связи с этим базидиальные грибы нашли применение в переработке техногенных отходов.

Была выявлена возможность использования биотехнологий на основе лигнолитических ферментов базидиальных грибов для переработки отходов целлюлозно-бумажной промышленности по ряду следующих

направлений. Базидиальные грибы нашли применение при обработке сточных вод ЦБК и твердых отходов ЦБК, содержащих хлорорганические ароматические соединения. Наибольший интерес для консервации с использованием базидиальных грибов представляют опилки, кородревесные отходы, щепа ввиду повышенного, по сравнению с другими отходами, содержания лигнина, скоп, активные избыточные илы ввиду наличия в них повышенной концентрации опасных хлорорганических соединений — диоксинов. Для этих отходов базидиомицеты являются универсальным биоконсерватором, обеспечивающим не только деградацию лигнина и целлюлозы, но и диоксинов [27].

6.3.4. Рекультивация шламонакопителей ЦБК

Одним из распространенных методов рекультивации является оставление карт-шламонакопителей на «самозарастание». Такие искусственные болота сохраняют шлам-лигнин практически в такой же степени влажности, без какого-либо уплотнения шлам-лигнина по вертикали, с образованием сероводорода, метилмеркаптана и метана.

Рекуперацию осадка карт шламонакопителей можно проводить по следующей схеме: сброс верхнего слоя осветленной воды в пруды-на-копители; перекачка жидкого слоя осадка; флотоуплотнение; обезвоживание и сжигание с получением высококачественного сорбента — золы шлам-лигнина.

Возможен вывоз шлам-лигнина из карт, сушка в центрифугах и в фильтр-прессах с последующим сжиганием в специальных печах с добавлением нефтепродуктов. Продукт сгорания шлам-лигнина можно использовать в стройматериалах и в качестве коагулянта при очистке сточных вод.

Известен способ компостирования осадков шламонакопителей. Способ включает перемешивание осадков с добавками, формирование компостной кучи с использованием слоев добавок.

Можно получать органоминеральные удобрения, когда проводят смешивание твердых отходов производства целлюлозы, навоза крупного рогатого скота или помета птицы с добавлением золы от сжигания бурых углей для получением компостных смесей.

При разработке технологий рекультивации загрязненных земель отходами целлюлозно-бумажной промышленности особый интерес к базидиальным грибам вызывается их устойчивостью к присутствию в среде тяжелых металлов, что позволяет использовать эти грибы как для очистки почв, загрязненных тяжелыми металлами, так и при комплексных загрязнениях. Согласно полученным данным, базидиальный гриб

Т. versicolor обладал высокой устойчивостью к Cd, Zn, Ni, Co, Cr, Mo, Pb, Hg, Sn. Кроме того, поглощение металлов грибами может происходить не только вследствие адсорбционных процессов, как в случае бактерий, но также и благодаря активному транспорту металлов в клетки. Указанные особенности базидиальных грибов делают их перспективными биологическими агентами для очистки загрязненных сред, в частности отходами ЦБП [27].

Рекультивацию участка может обеспечить способ, который включает нанесение на поверхность карты-накопителя шлам-лигнина золы от сжигания углей, перемешивание золы и шлам-лигнина, удаление высвобожденной воды. Далее проводят послойное перемешивание указанных материалов и после удаления выделившейся в результате их взаимодействия воды получают консолидированный золо-шламлигнинный субстрат. В последствии шламонакопитель может быть подвергнут дальнейшей ремедиации. Перед нанесением золы проводят осушение карты-шламонакопителя от надшламовых вод, образующихся от сезонных осадков.

Глава 7. ЭКОНОМИКА УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

7.1. Эффективность использования древесных отходов

Рациональное использование древесных отходов позволяет: повысить рентабельность основного производства; обеспечить эффективное использование капитальных вложений; снизить транспортные расходы; уменьшить объемы заготовки леса; улучшить лесопользование в малолесных районах; уменьшить загрязнение окружающей среды и высвободить земельные участки, отведенные под хранение неиспользуемых отходов. Проблема использования древесных отходов является сложной, так как объемы и направления их переработки определяются не только техническими возможностями, но и структурой их потребления, затратами на производство продукции из них, транспортными расходами по доставке отходов к местам переработки или потребления, уровнем цен на взаимозаменяемые материалы и др.

Поэтому для определения в лесной отрасли реальных перспектив вовлечения низкокачественной древесины и отходов в промышленную переработку необходимо, прежде всего, оценить их с экономической точки зрения.

Не вся масса древесных отходов может быть освоена технически; оставшуюся часть можно использовать с необходимым экономическим эффектом, подразделяя эти ресурсы на следующие виды.

Потенциальные ресурсы включают в себя весь объем древесных отходов и потерь, образующихся при переработке древесного сырья и материалов. Потенциальные ресурсы отходов деревообработки могут быть определены при расчете балансовым методом следующим образом. Балансовый метод основывается на определении разницы между объемами перерабатываемого сырь и готовой продукцией из выражения:

$$V = V_{np} + Q_{o+n} \tag{1}$$

отсюда;

$$Q_{0+n} = V - V_{np} = V(1 - 1/H) = V_{np}(H - 1),$$
(2)

где Q_{o+n} — объем отходов и потерь, м³; V — объем сырья, используемого в данном производстве, м³; V_{mp} — объем продукции, вырабатываемой из данного объема сырья, м³; H — удельный расход сырья на выработку единицы продукции, м³/ед [1].

В результате вычисления по формуле (2) получается суммарный объем кусковых, мягких отходов и безвозвратных потерь, а для планирова-

ния их использования необходимо иметь данные раздельно по видам. Поэтому балансовый метод обычно применяется только для проверки полученных результатов расчетов, ресурсы древесных отходов для целей планирования их использования определяются нормативно-балансовым метолом.

Нормативно-балансовый метод подразделяется на два варианта. При любом из двух вариантов сначала определяются суммарные объемы отходов балансовым методом, а затем полученные результаты по имеющимся нормативам разделяются на отдельные виды исходя из следующих условий.

А. При известных нормативах образования отдельных видов отходов и потерь из указанного объема сырья или продукции неизвестная величина объема отхода определяется из следующих выражений (например, образование кусковых отходов лесопиления при известных нормативах опилок и безвозвратных потерь):

$$Q_{o} = V(N_{o}/100); Q_{o} = V(N_{o}/100);$$
 (3)

$$Q_{\kappa} = V(1 - 1/H - N_{6}/100 - N_{o}/100) = V_{np}[H - 1 - H/100 - (N_{6} - N_{o})], \tag{4}$$

где Q_{o} , Q_{δ} — количество опилок и безвозвратных потерь, м³; N_{o} — норматив образования опилок относительно сырья, %; N_{δ} — норматив безвозвратных потерь, %; Q_{κ} — количество кусковых отходов, м³.

В. При известной структуре образующихся отходов по видам (например, в производстве сухого шпона количество отходов в виде карандашей, шпона-рванины и усушка определены от их суммарного объема, %) применяется формула:

$$Q_i = (1 - 1/H) \gamma_i V / 100,$$
 (5)

где Q_i — количество отходов данного вида, м³; γ_i — доля данного вида отхода в общем их объеме, % [1].

Ресурсы отходов древесины определяют по нормативным и справочным материалам.

Реальные ресурсы определяются как потенциальные за вычетом неизбежных технологических потерь в процессе переработки древесины, транспортировки и хранения древесных отходов, переработки их на конечную продукцию (опилки при распиловке, усушка, упрессовка, распыл и др.).

Экономически доступные ресурсы для использования на технологические нужды представляют ту часть реальных ресурсов, которая может быть переработана в конечные продукты с экономическим эффектом. В экономически доступные ресурсы не входят отходы, расходуемые на собственные нужды предприятий, и реализуемые местному населению

и учреждениям в необработанном виде. В качестве критерия экономической доступности ресурсов древесных отходов принимается нормативная рентабельность их переработки в промежуточные и конечные продукты (технологическая щепа, целлюлоза, древесные плиты, кормовые дрожжи, товары ширпотреба и др.). Экономически доступные ресурсы отходов в каждом случае определяются расчетным путем исходя из конкретных условий одного или группы предприятий.

Технически возможные объемы экономически доступных ресурсов представляют часть из них, которая может быть освоена с учетом состояния техники и технологии в рассматриваемом периоде. Условия экономической доступности в аналитической форме выражается неравенством:

$$II_{n} \ge II_{n} + 3_{m},\tag{6}$$

где $I\!I_n$ - предельная цена полуфабриката (н-р, технологической щепы); $I\!I_n$ - расчетная (нормативная) стоимость полуфабриката (н-р, технологической щепы) по условиям производства; $J\!I_m$ - затраты на транспортировку сырья.

Определять предельную цену полуфабриката можно исходя из нормативной рентабельности производства конечного продукта. При этом условии для оценки доступности древесных отходов предельная цена и нормативная стоимость определяются не на исходное сырье (отходы), а на полуфабрикат. В качестве перспективного полуфабриката можно рассмотреть технологическую щепу различного назначения.

Предельную цену технологической щепы устанавливают по условиям ее эффективной переработки на конечные продукты и определяют по формуле:

$$II_{n} = [II_{\nu} + 3_{\nu}(1+P_{\nu})] / [h_{\nu}(1+P_{\nu})], \tag{7}$$

где U_{κ} - оптовая цена конечного продукта, руб/ед.; 3_{κ} - затраты на производство конечного продукта без стоимости сырья, руб/ед.; h_{κ} - удельный расход полуфабриката (щепы) на единицу конечного продукта, м³/ед.; P_{κ} - коэффициент рентабельности в размере отраслевого норматива относительно себестоимости конечного продукта, доли единицы [1].

При проектировании конкретных установок по переработке древесных отходов предельную цену щепы определяют исходя из конкретных условий работы предприятия-потребителя с использованием в качестве исходных статистических (для освоенных производств) или нормативных (для проектируемых производств) данных.

При оценке доступности древесных отходов в районном или отраслевом масштабе предельную цену сырья определяют как среднюю вели-

чину по всей совокупности предприятий потребителей сырья для данного района или отрасли в целом. Для таких видов ресурсов, как опилки, кора, древесная зелень, предельную цену рассчитывают на единицу количества отходов аналогично цене на щепу по формуле (7).

Нормативная стоимость щепы по условиям ее эффективного производства определяется по формуле:

$$II_{u} = (II_{om}h_{u} + 3_{u})(1 + P_{u}), \tag{8}$$

где $II_{\mu\nu}$ - нормативная (расчетная) стоимость технологической щепы по условиям производства, руб/м³; II_{om} - исходная оценка стоимости (цена перерабатываемого древесного сырья), руб/м³; $h_{\mu\nu}$ - удельный расход (норма расхода) сырья на 1 м³ технологической щепы, м³.

При оценке экономической доступности древесных отходов большую роль играет их концентрация в пункте переработки, влияние которого устанавливают в зависимости от затрат на производство и объема перерабатываемого сырья:

$$3_{\mu} = A + Bh_{\mu}/Q = A + B/Q_{\mu},$$
 (9)

где A - постоянные затраты на 1 м³ щепы, руб/м³; B - условно-постоянные затраты в расчете на весь объем вырабатываемой щепы, тыс. руб.; Q - объем перерабатываемого сырья (отходов) в одном пункте, тыс. м³ [1].

Зависимость затрат на переработку низкокачественной древесины и отходов от уровня концентрации их ресурсов устанавливают методами корреляции с использованием фактических и нормативных данных. Аналитическое выражение этой зависимости дифференцируют по видам перерабатываемого сырья и типам технологических процессов, применяемых в деревообрабатывающей промышленности.

7.2. Экономические аспекты внедрения наилучших доступных технологий

Существуют различные способы выражения экономической эффективности и оценки выгод для окружающей среды при внедрении технологии (включая анализы экономической эффективности затрат, распределения затрат по загрязняющим веществам, баланса затрат и получения преимуществ для окружающей среды). Это позволяет выяснить, действительно ли внедрение технологии заслуживает внимания или экологические преимущества являются чрезмерно дорогостоящими с точки зрения затрат на внедрение технологии.

Оценка экономической эффективности целесообразности технологии для конкретной отрасли промышленности включает идентификацию затрат на реализацию пакета НДТ для конкретной отрасли, опре-

деление того, могут ли эти затраты быть переложены на потребителя и/ или поставщика, могут ли затраты быть покрыты промышленностью, а также учет скорости внедрения НДТ [2].

Не смотря на то, что оценка экономической обоснованности является неотъемлемой частью определения НДТ, более детальный анализ следует проводить в том случае, если существуют конкретные основания полагать, что технология является слишком дорогой, чтобы считаться наилучшей доступной. При принятии решения должны быть учтены экономические и экологические интересы.

На начальном этапе необходимо оценить, каким технологиям отдать предпочтение: существующим технологиям, которые могут способствовать уменьшению выбросов/сбросов загрязняющих веществ в среду при их доработке и малозатратных изменениях, или же новым «чистым» технологиям, т.к. они оказывают минимальное влияние на окружающую среду, но чаще всего достаточно дорогостоящие.

При внедрении НДТ необходимо учитывать следующие затраты и выгоды: капитальные затраты (затраты на установку (сооружение, оборудование)), эксплуатационные затраты и затраты на техобслуживание (затраты на энергоносители, материалы и услуги, затраты на оплату труда, фиксированные эксплуатационные расходы и расходы на ремонт, последующие затраты), доходы, прибыли и предотвращенные издержки, затраты, которые должны быть идентифицированы отдельно (налоги за использование природных ресурсов, платежи и прочее за загрязнение окружающей среды, косвенные затраты). Экономическая эффективность крайне важна при определении НДТ, поэтому необходимо выяснить какая из технологий обеспечивает наибольшие экологические выгоды при наименьших финансовых затратах. В отдельных случаях необходима смена не столько технологии производства, сколько изменение структуры самого производства [2].

Экономические аспекты реализации НДТ при производстве сульфатной целлюлозы следующие [3].

1. Технология сухой окорки древесины требует ряда капитальных и эксплуатационных затрат. Стоимость барабанов для сухой окорки не существенно отличается от барабанов влажной окорки. Типовые инвестиционные затраты для совершенно новых сухих окорочных систем от подачи бревен до конвейеров щепы (включая рубительную машину и вспомогательные конвейеры) составляет около 15 млн. евро для производительности порядка 1300 в. с. целлюлозы в сутки. Модернизация существующих барабанов влажной окорки на сухую окорку стоит 4—6 млн. евро. Эта стоимость включает оборудование и установку. В особых слу-

чаях на площадке требуется новое здание, специальные меры по снижению уровня шума и другие мероприятия, которые не включены в стоимость, но могут в дальнейшем повлиять на ее увеличение.

- 2. Продленная модифицированная варка целлюлозы. Модифицированная варка может быть реализована на новых и существующих заводах. Стоимость внедрения модифицированной варки оценивается в каждом конкретном случае индивидуально.
- 3. Замкнутая по воде система сортирования, очистки и промывки массы. Инвестиции, требуемые для внедрения закрытой системы сортирования, составляют ориентировочно 4 6 млн. евро для новых заводов и 6 8 млн. евро для существующих; эксплуатационные затраты составляют 0,3—0,5 млн. евро/год для завода, производительностью 1500 в. с. т/сут.
- 4. Кислородно-щелочная делигнификация. Капиталовложения для внедрения данной технологии будут следующие: система кислородной делигнификации производительностью 1500 в. с. т/сут 35-40 млн. евро; эксплуатационные расходы 2,5-3 млн. евро/год. Чистый эффект от внедрения кислородной делигнификации экономия отбеливающих химикатов, которая зависит от породы древесины.
- 5. ЕСF-отбелка и производство химикатов для нее. Применение данной технологии потребует следующих затрат капиталовложения для ЕСF-системы с производительностью 1500 в. с. т/сут составляют 8 10 млн. евро на новых заводах и 3 5 млн. евро на уже действующих. Указанные затраты учитывают возможность использования оборудования существующей отбельной установки, капиталовложения в основном предусмотрены на увеличение производства диоксида хлора. Эксплуатационные расходы составят 10 12 млн. евро/год, включая дополнительные расходы, связанные с увеличением расхода диоксида хлора.
- 6. Отдувка и повторное использование загрязненных конденсатов после очистки в стриппинг-колонне. Капиталовложения на установку по отдувке конденсатов на заводе по производству сульфатной целлюлозы мощностью 1500 т в. с. ц./сут составляют примерно 2,0—2,5 млн. евро. Дополнительные капиталовложения могут потребоваться для увеличения мощности выпарной станции завода, однако объем этих вложений зависит в значительной степени от возможностей уже действующей выпарной установки. Издержки на модернизацию могут колебаться от 1 до 4 млн. евро.
- 7. Частичное замыкание водооборота отбельного цеха. Для внедрения данной технологии значительные инвестиции потребуются на реконструкцию системы распределения воды отбельной установки, включая

дополнительную емкость для хранения воды. В некоторых случаях также требуются инвестиции на модернизацию или адаптацию ступеней отбелки, систему для контроля воды, эффективные промывные аппараты.

- 8. Технология с частичным или полным повторным использованием чистой охлаждающей воды. Технология с установкой буферных емкостей для сбора протечек. Каждая из технологий для предприятий мощностью 1500 т в. с. ц./сут потребует капиталовложений для установки двух резервуаров для хранения производственных жидкостей объемом 3000 м³ каждый, включая необходимые для этого трубопроводы, изоляцию и насосы, обеспеченные электроэнергией и наличием КИП производственного процесса, примерно 0,8—1,0 млн. евро.
- 9. Введение в технологический процесс сбора высоко и низкоконцентрированных дурнопахнущих газов с последующим сжиганием в специализированных печах, ИРП (известерегенерационная печь), СРК (содорегенерационный котел). Затраты на внедрение системы сбора и сжигания как высококонцентрированных, так и низкоконцентрированных дурно пахнущих газов, составляют 4—5 млн евро на новых предприятиях и 5—8 млн евро на действующих производствах мощностью 1500 т в. с. ц./сут. В случае использования теплоты сгорания извлекаемого метанола, увеличения эксплуатационных расходов не будет. В противном случае затраты увеличатся на 0,3—0,5 млн евро в год.
- 10. Сжигание черного щелока при концентрации более 72 %. Стоимость усовершенствования выпарки и сгущения концентрированного черного щелока на действующих заводах связана с величиной достигаемой концентрации. На действующем заводе производительностью 1500 т в. с. ц./сут сульфатной целлюлозы для увеличения в черном щелоке концентрации сухих веществ от 63 % и выше капиталовложения составляют: концентрации от 63 % до 70 % 1,7-2,0 млн. евро; повышение концентрации от 63 % до 75 % 3,5-4,0 млн евро повышение концентрации от 63 % до 80 % 8,0-9,0 млн евро.
- 11. Улучшенная промывка шламов от регенерации химикатов. Капиталовложения на данный процесс составляют 1-1,5 млн евро.
- 12. Установка электрофильтров после СРК, ИРП, котла для сжигания коры и осадков очистных сооружений. Для завода по производству сульфатной целлюлозы с производительностью в 1500 т в. с. ц./сут капиталовложения при установке электрофильтра на корьевом котле составляют ориентировочно 3-4 млн евро, а на известерегенерационной печи 5-6 млн евро. Эксплуатационные расходы увеличиваются менее, чем на 0,3 млн евро/год в обоих случаях.
- 13. Котлы для сжигания коры и осадков очистных сооружений, непровара и топливоподготовка для них. Капитальные затраты для внедре-

ния данной технологии составят 20-40 млн евро в зависимости от паропроизводительности котла. Экономический эффект - уход от покупной электроэнергии и тепла.

- 14. Биологическая очистка сточных вод. Внедрение процесса с использованием активного ила капитальные затраты составят 19-24 млн. евро. Эксплуатационные затраты 2,0-2,6 млн евро в год. Технологический процесс с использованием аэрируемого пруда потребует капитальных затрат в размере 16-20 млн. евро. Эксплуатационные затраты 1,3-1,7 млн. евро в год.
- 15. Применение комбинированной выработки тепловой и электрической энергии. Удельные капитальные затраты парогазовой установки составят 1,5-2,0 тыс. eвро/1 кВт.

Экономические аспекты реализации НДТ при производстве сульфитной целлюлозы и механической массы следующие.

- 1. Технология сухой окорки древесины потребует ряд затрат на реализацию данного процесса. Стоимость барабанов для сухой окорки не существенно отличается от барабанов влажной окорки. Типовые инвестиционные затраты для совершенно новых сухих окорочных систем от подачи бревен до конвейеров щепы (включая рубительную машину и вспомогательные конвейеры) около 15 млн евро для производительности порядка 1300 в. с. ц. в сут. Модернизация существующих барабанов влажной окорки на сухую окорку стоит 4— 6 млн евро. Эта стоимость включает оборудование и установку. В особых случаях на площадке требуется новое здание, специальные меры по снижению уровня шума и другие мероприятия, которые не включены в стоимость, но могут в дальнейшем повлиять на ее увеличение.
- 2. Применение продленной или непрерывной варки может быть реализовано на новых и существующих заводах. Стоимость внедрения варки оценивается в каждом конкретном случае индивидуально.
- 3. Технология замкнутой системы сортирования и эффективной промывки небеленой целлюлозы. Инвестиции, требуемые для внедрения закрытой системы сортирования, составляют ориентировочно 4-6 млн евро для новых заводов и 6-8 млн евро для существующих. Эксплуатационные затраты составят 0,3–0,5 млн евро/год для завода, производительностью 1500 в. с. т/сут.
- 4. Установка буферных емкостей для сбора избыточных щелоков и оборотной воды. Капиталовложения для установки 2 резервуаров для хранения производственных жидкостей объемом 3000 м³ каждый на предприятии мощностью 1500 т в. с. ц./сут, включая необходимые для этого трубопроводы, изоляцию и насосы, обеспеченные электроэнерги-

ей, и наличие КИП производственного процесса, составляют примерно 0.8-1.0 млн евро.

- 5. Капитальные затраты на установку котлов для сжигания древесно-корьевых отходов, осадков очистных сооружений и топливоподготовка для них составят 20—40 млн. евро в зависимости от паропроизводительности котла. Экономический эффект уход от покупной электроэнергии и тепла.
- 6. Биологическая очистка сточных вод. Внедрение процесса с использованием активного ила потребует капитальных затрат в объеме 19—24 млн. евро. Эксплуатационные затраты составят 2,0— 2,6 млн евро в год. На процесс с использованием аэрируемого пруда необходимы капитальные затраты в сумме 16-20 млн евро. Эксплуатационные затраты 1,3-1,7 млн евро в год.

Экономические аспекты реализации НДТ при производстве бумаги и картона следующие.

- 1. Внедрение технологии замкнутого водооборота сортирования, очистки и промывки массы приведет к снижению энергозатрат и расхода полуфабрикатов с учетом регенерации отходов сортирования. Затраты зависят в основном от технических характеристик предприятий и местных условий.
- 2. Рекуперация тепла при производстве бумаги, картона приведет к снижению расхода энергии на производство бумаги/картона за счет использования регенерируемого тепла в технологическом процессе и в системе вентиляции.
- 3. Биологическая очистка сточных вод. Для внедрения технологии данные по капитальным затратам ориентировочно составляют: по системе биологической очистки с использованием активного ила 300-600 евро/кг ХПК в сут; по биофильтрации 500 евро/кг ХПК в сутки. Уровень капитальных затрат зависит от уровня нагрузки по загрязняющим веществам.
- 4. Улучшенные системы переработки брака (БДМ бумагоделательная машина и КДМ картоноделательная машина). Приведет к повышению энергоэффективности процесса производства за счет уменьшения расхода энергопотребления на обработку полуфабрикатов.
- 5. Внедрение системы улавливания волокна из оборотных и (или) сточных вод производств БДМ, КДМ. Технология позволит использовать уловленные волокна в технологическом процессе взамен части первичных полуфабрикатов. Также произойдет снижение расхода свежей воды в производстве бумаги/картона до 8-10 м³/т за счет использования осветленной воды.

6. Внедрение автоматизированной системы управления производством позволяет стабилизировать процесс, снизить пиковые нагрузки по выбросам эмиссий.

Экологический эффект от внедрения и факторы реализации перечисленных технологий рассмотрены в пункте 5.4.2. НДТ в целлюлознобумажной промышленности.

7.3. Пример эколого-экономической оценки при внедрении НДТ на предприятиях ЦБП

В России производство бумаги и картона основано на использовании волокнистых полуфабрикатов, получаемых химическими, механическими, термомеханическими и химико-термомеханическими методами переработки растительных полимеров (древесина, камыш, злаковая и рисовая солома и др.).

Целлюлозно-бумажные предприятия производят продукцию с высокой добавленной стоимостью, спрос на которую в России неуклонно растет на протяжении последних 18 лет. Значительно изменилась структура отечественного потребления бумаги и картона сократились объемы реализации на внутреннем рынке газетной бумаги, технических и специальных бумаг. Более чем в два раза вырос спрос на тароупаковочную, санитарно-гигиеническую и хозяйственно-бытовую продукцию, появились и сразу же стали востребованными мелованные и ламинированные бумаги, высококачественные офисные бумаги, значительно расширился ассортимент бумажно-беловых изделий.

ЦБП России располагает устаревшим низкопроизводительным оборудованием с высокими удельными затратами энергии, сырья, трудовых ресурсов на единицу готовой продукции, поэтому не может в полной мере реализовать богатый потенциал, которым располагает Россия — более 83 млн.м³ лесных запасов, доступная электроэнергия, полезные ископаемые, водные ресурсы и т.д. Приоритетом развития в настоящее время становится внедрение наилучших доступных технологий, снижение материалоемкости и энергоемкости производства, увеличение использования отходов и других возобновляемых источников для производства энергии. Но сама концепция технологии производства целлюлозы, основанная на технических возможностях начала второй половины двадцатого века, в настоящее время является барьером для дальнейшего улучшения охраны окружающей среды и сдерживает повышение эффективности производства — основной движущей силы его развития.

По технологии отбелки целлюлозы 70—80-х годов прошлого века около 80% от общего объема загрязнений всего сульфатного производства поступает от отбельного цеха. Загрязненные производственные стоки направляются на очистку на очистных сооружениях. Поэтому в стратегии развития производства беленых видов целлюлозы бесхлорная технология отбелки, удаление лигнинных веществ из сточных вод являются одними из ключевых звеньев технического перевооружения.

В современных технологических процессах уже заложены принципы ресурсосбережения и охраны окружающей среды. Кроме того, комплексное техническое перевооружение всех производственных цехов обеспечило высокое качество продукции и низкие производственные затраты. В качестве ориентира для поэтапного перевода существующего производства сульфатной беленой целлюлозы середины прошлого века на современную технологическую платформу может служить реализация элементов наилучшей доступной технологии 1995 г., приведенной в Рекомендациях ХЕЛКОМ (п. 1.4.1) [2] и НДТ технологии 4.1.5, приведенной в Информационно-техническом справочнике по НДТ Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона [3].

Принципы создания экологически безопасного процесса: максимально не допустить сброс загрязняющих веществ на очистные сооружения, выбор технологии отбелки сульфатной целлюлозы.

Удаление лигнина по различным схемам отбелки сульфатной хвойной целлюлозы приведено на рисунках 7.1 и 7.2.

На рисунках 7.1 и 7.2 представлено 100% содержание лигнина в древесине сосны и показано его последовательное удаление по стадиям современного процесса производства беленой целлюлозы по традиционной технологии ECF (рис. 7.1) и «легкой» отбелки ECF (рис. 7.2).

На рисунке 7.1 отмечены последовательные ступени обработки:

- 1. варка;
- 2. варка + кислородно-щелочная обработка (КЩО-1 ступень);
- 3. варка + KЩO (2 ступени);
- 4. варка + КЩО (2 ступени) + отбелка диоксидом хлора.

На рисунке 7.1 помимо последовательностей делигнификации 1, 2, 3 добавлена обработка:

- 4. варка + КЩО (2 ступени) + Озон (O3);
- 5. варка + КЩО (2 ступени) + Озон (Оз) + отбелка диоксидом хлора.

Справа на рисунке в виде диаграммы можно видеть количество остаточного лигнина.

На рисунке 7.2 последовательности обработок 2, 3 и 4 относятся к процессу делигнификации без элементарного хлора (Elementary Chlorine

Free, ECF). Такое построение производственного процесса направляет 96,4% растворенных органических соединений лигнина на сжигание в содорегенерационный котел, СРК (традиционная ЕСF отбелка, рис. 7.1) или 98,3% при так называемой «легкой» отбелке ЕСF (рис. 7.2). Соответственно только 3,4% (рис. 7.1) и 1,5% (рис. 7.2) растворенных органических веществ после отбелки диоксидом хлора (Д) поступают на очистные сооружения.

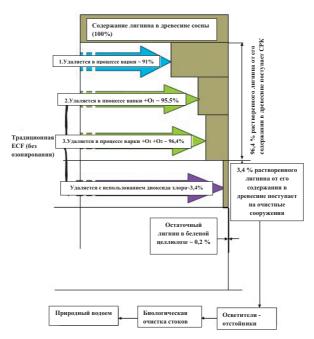


Рис 7.1. Удаление лигнина из древесины сосны в процессе сульфатной варки и остаточного лигнина из небеленой целлюлозы в процессе отбелки ECF

Тогда как при отбелке по технологическим схемам 70-х годов прошлого века, например, X/Д-Щ- Γ -Д-Щ-Д (схема 7.2) («использование в процессе отбелки хлора/диоксида хлора — щелочения — гипохлорита — диоксида хлора — щелочения — диоксида хлора») с использованием молекулярного хлора (X), гипохлорита (Γ) на очистные сооружения направляется в 2—6 раз больше (X, в растворенных лигнинных веществ.

Токсичность сточных вод при отбелке целлюлозы с молекулярным хлором и последующей щелочной экстракцией выше, чем с диоксидом

хлора. Оценка токсичности фильтратов от обработки целлюлозы различными реагентами показала, что необходимо разбавление фильтрата [4]:

- от процесса хлорирования (X) в 116 раз;
- от последующего щелочения (Щ) в 184 раза;
- от делигнификации пероксидом водорода (П) в 9,4-85 раз;
- от кислородно-щелочной обработки (КЩО) в 43-342 раза.

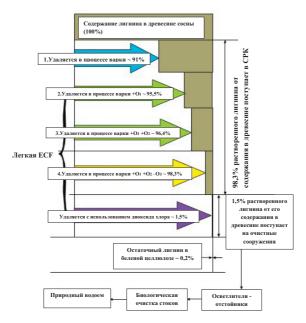


Рис. 7.2. Удаление лигнина из древесины сосны в процессе сульфатной варки и остаточного лигнина из небеленой целлюлозы в процессе «легкой» отбелки ECF

Для достижения относительно безопасного уровня загрязнения стоков для человека требуется дополнительное разбавление фильтрата. Загрязненность всех отбельных фильтратов исключительно высокая и преимущество других кислородсодержащих отбеливающих реагентов относительно хлора только в том, что их фильтраты не содержат ионов хлора и могут быть направлены на сжигание в СРК. В этом и заключается смысл совершенствования отбелки сульфатной беленой целлюлозы, реализация которой и представлена на рисунках 7.1 и 7.2. Поэтому полное исключение молекулярного хлора и гипохлорита из схем отбелки является первостепенной задачей.

Таблица 7.1 Изменение содержания остаточного лигнина при отбелке сульфатной лиственной целлюлозы

	Лиственная, кг
Содержание лигнина в 1 тонне целлюлозы после варки	22–28
Содержание лигнина в 1 тонне беленой целлюлозы	2
Количество удаленного лигнина	20-26

Рассмотрим конкретную схему отбелки сульфатной целлюлозы из лиственных пород древесины [2]. В процессе отбелки нас будет интересовать только изменение количества лигнина в небеленой целлюлозе. Как видно из таблицы 7.1, в процессе отбелки из 1 т небеленой лиственной целлюлозы требуется удалить 20-26 кг остаточного лигнина, т.е. основная задача технологии отбелки — удалить это количество лигнина с минимальными производственными издержками и минимальными сбросами загрязняющих веществ в окружающую среду. В таблице 7.2 представлены три схемы отбелки сульфатной лиственной целлюлозы: № 6 - с хлором; № 7 со 100% замещением хлора на диоксид хлора (ECF) и № 8 с КЩО (ЕСF). В таблице 7.2 указано общее содержание растворенного лигнина, которое для всех схем № 6, 7, 8 одинаково и составляет 20 кг/т. От схем № 6 и 7 одинаковое количество растворенного лигнина попадает на очистные сооружения, но благодаря более низкой токсичности стоки от схемы ЕСГ № 7 лучше очищаются методами биологической очистки, чем стоки от схемы № 6. Использование кислородно-щелочной делигнификации в схеме отбелки ЕСГ № 8 за счет утилизации 50% растворенного лигнина в СРК имеет сброс АОХ в 2 раза ниже по сравнению со схемой № 7.

Можно отметить, что схема отбелки с хлором (№ 6) дает превышение сброса АОХ в 9 раз (над требованиями Рекомендаций ХЕЛКОМ), схема (№ 7) с замещением хлора на диоксид хлора также превышает рекомендованную норму, и только схема с КЩО (№ 8) дает сброс АОХ ниже нормы, рекомендованной ХЕЛКОМ.

Как уже было показано выше, технология по схеме № 7 не отвечает требованиям НДТ Рекомендаций ХЕЛКОМ, поскольку загрязненные фильтраты отбелки, содержащие хлорид-ионы, не могут быть направлены на утилизацию в СРК, и такая технология может рассматриваться только как временный вариант не для постоянной эксплуатации. Однако реализация подобной технологии консервирует технологическую отсталость производства, поскольку требует значительных капитальных затрат на увеличение производительности установки по получению ди-

оксида хлора, чтобы обеспечить трехкратное повышение его удельного расхода, а при переходе на НДТ 1/3 дополнительных мощностей будут не востребованы.

 $\begin{tabular}{ll} $Ta\,6\,\pi\,u\,\mu\,a\ 7\ .\ 2 \\ $Pas, uu+$ ной лиственной целлюлозы, \\ $ofpasobahue\, лигнина\, u\, cfooc\, AOX\, B\, okpyжающую\, cpegy \\ \end{tabular}$

№ n/n		Х/Д-Щ-Г-Д ₁ -Щ-Д ₂ № 6	Д ₀ -ЩОП-Д ₁ -Щ-Д ₂ № 7	О -Д₀-ЩОП-Д № 8
1	Растворенный лигнин	20 κΓ/Τ	20 κг/τ	10 KT/T 10 KT/T
2	AOX	5,2 кг/т	2,0 кг/т	1,0 кг/т
3	Биологическая очистка стоков	30%	75%	75%
4	Сброс в водоем	3,6 кг/т	0,5 кг/т	0,25 кг/т

Примечания:

- 1. Схема № 6 «Х/Д-Щ-Г-Д,-Щ-Д₂» состоит из следующих стадий:
- Х/Д хлорирование с добавлением диоксида хлора;
- Щ щелочная обработка;
- Γ обработка гипохлоритом;
- Щ щелочная обработка.
- 2. Схема № 7 «Д-ЩОП-Д₀-Щ-Д₂» состоит из следующих стадий:
- Д делигнификация диоксидом хлора;
- ШОП щелочная обработка в присутствии кислорода и пероксида водорода;
- Щ щелочная обработка.
- 3. Схема № 8 О-Д₀-ЩОП-Д состоит из следующих стадий:
- О кислородно-щелочная обработка в одну ступень;
- ЩОП щелочная обработка в присутствии кислорода и пероксида водорода;
- 4. В табл. 7.2: темные стрелки обозначают, что растворы химикатов направляются в канализацию, светлая на регенерацию; ЩО щелочная обработка в присутствии кислорода.
- 5. Строка № 1 показывает образование лигнинных загрязняющих веществ на 1 тонну целлюлозы, строка № 2 образование АОХ, строка № 3 % очистки от АОХ на биологических очистных сооружениях, строка № 4 поступление остаточных загрязняющих веществ в водоем.

Смена технологической платформы и переход на НДТ — это не только улучшение экологической безопасности производства, но и сниже-

ние его издержек. Себестоимость продукции снижается при переходе от хлорной отбелки к отбелке с кислородно-щелочной обработкой. В таблице 7.3 представлены экспертные удельные расходы химикатов, древесного сырья, энергоресурсов в процессе хлорной отбелки сульфатной лиственной целлюлозы по схеме № 6 «Х/Д-Щ-Г-Д $_1$ -Щ-Д $_2$ » и по схемам ЕСF: О-Д $_0$ -ЩОП-Д $_n$ Д $_2$ (в данном случае относительно схемы 9 используются две ступени обработки диоксидом хлора без промежуточной промывки и с добавкой NaOH после первой ступени — Д $_n$).

Таблица 7.3 Экспертная оценка удельных затрат сырья, химикатов и энергоресурсов по схемам для отбелки сульфатной лиственной целлюлозы по схемам с использованием хлора $N \ge 6 \text{ «X/Д-Щ-}\Gamma - \text{Д}_1 - \text{Щ-}\Gamma - \text{Д}_2$ » и ECF: $O - \text{Д}_0 - \text{Щ}O\Pi - \text{Д}_2$ Д,

	Схема № 6	Схема № 9
	Х/Д-Щ-Г-Д1-Щ-Д2	О-Д0-ЩОП-ДпД2
Хлор, кг/т	22	0
Гипохлорит, кг/т	28	0
Кислород, кг/т	0	26
Окисленный белый щелок, кг/т	0	15
Диоксид хлора, кг/т	6,7	16
Перекись водорода, кг/т	0	4
Серная кислота, кг/т	0	7
Коэффициент выхода беленой целлю-лозы	0,92	0,95
Потребности в щепе на 1 т в.с. беленой целлюлозы	3,96:0,92 = 4,30	3,96:0,95 = 4,16
Расход пара, Гкал/т	1,5	0,16
Расход воды, м ³ /т в.с. беленой целлю- лозы	90	30
Сброс на очистные сооружения, м ³ /т	90	30

Примечания:

- 1. Схема № 6 «Х/Д-Щ-Г-Д₁-Щ-Д₂» состоит из следующих стадий:
- Х/Д хлорирование с добавлением диоксида хлора;
- Γ обработка гипохлоритом;
- $_{1}$ Д, отбелка диоксидом хлора;
- Щ щелочная обработка.
- 2. Схема № 9 «О-Д₀-ЩОП-Д₂Д₂» состоит из следующих стадий:
- О кислородно-щелочная обработка в одну ступень;
- ${\bf J}_{\!\scriptscriptstyle 0}$ делигнификация диоксидом хлора после кислородно-щелочной обработки;
- ЩОП щелочная обработка в присутствии кислорода и перекиси водорода;

 $\boldsymbol{\Pi}_{\!_{n}}\!\boldsymbol{\Pi}_{\!_{2}}-$ обработка диоксидом хлора без промежуточной промывки и с использованием NaOH после первой ступени;

Щ – щелочная обработка.

Обе схемы различаются тремя первыми ступенями: в первой схеме используется хлор и гипохлорит, во второй — кислородно-щелочная обработка с использованием пероксида водорода и молекулярного кислорода на ступени щелочения.

Представленные расчеты расхода химикатов, древесного сырья, энергоресурсов показывают, что при использовании технологии ЕСГ себестоимость продукции будет снижена за счет уменьшения затрат на реагенты (не нужен хлор и гипохлорит), снижение потребления диоксида хлора, каустической соды, расхода пара, воды, уменьшения количества сточных вод, повышения выхода целлюлозы. Применение технологии отбелки целлюлозы без молекулярного хлора (ЕСГ), приведет к снижению хлорсодержащих и других соединений в стоках и снизит возможные затраты предприятия за загрязнение окружающей среды. Для каждого предприятия модернизация производства беленой целлюлозы индивидуальна, но общей тенденцией остается исключение молекулярного хлора и гипохлорита с организацией использования максимального объема фильтратов отбельного цеха и коренное изменение основных элементов технологии производства беленых полуфабрикатов, отвечающих требованиям НДТ [2].

7.4. Трансакционные издержки при внедрении наилучших доступных технологий и природоохранных мероприятий

Влияние экологических регуляторов на конкурентоспособность компаний наблюдается во многих сферах: при добыче, переработке, транспортировке сырья, топливно-энергетических ресурсов. С данной точки зрения проблема оценки неявных экологических затрат, включая связанные с внедрением природоохранных мероприятий, наилучших доступных технологий, требует разработки методов учета подобных затрат [5].

В последнее время исследования, связанные с влиянием трансакционных издержек на эффективность функционирования компаний, на активность проводимой ими природоохранной политики, затрагивают проблематику внутрикорпоративных трансакций, влияют на издержки внедрения «экологических» инноваций, а также продвижения энерго- и ресурсосберегающих технологий [6].

Внедрение наилучших доступных технологий минимизирует антропогенное воздействие на окружающую среду, в связи с чем издержки их сопровождения признаются частью трансакционных экологических

издержек. Внутрикорпоративным затратам, связанным с внедрением проектов, в основе которых лежат НДТ, сопутствуют трансакционные издержки, возникающие как на этапе проектирования, так и на этапах внедрения и эксплуатации. Эти издержки можно рассматривать как дополнительные и альтернативные. Дополнительные — издержки, сопутствующие получению разного рода лицензий, разрешений, издержки отсутствия собственной проектной базы, подразделений экологического профиля, связанные с поиском квалифицированных кадров или организации. Альтернативные — издержки отсутствия (затраты времени на согласование временно устанавливаемых объектов выбросов/сбросов, размещение отходов, которые при внедрении природоохранных мероприятий и НДТ исключаются) и сокращения функциональных процедур экологического менеджмента, «экологической» отчетности на предприятиях, внедряющих природоохранные мероприятия и НДТ и др.

Анализ состава и структуры трансакционных издержек позволил систематизировать их по группам в соответствии с принятой классификацией экологических издержек (табл. 7.4) [5].

Таблица 7.4 Классификация трансакционных издержек

Процесс	Виды издержек	Характеристика
Уплата налогов, платежей за выбросы (сбросы) вредных веществ и пользование природными ресурсами	Издержки фрирайдерства	Как и при уплате любых налогов, возникают ситуации, когда производитель добросовестно уплачивает все налоги и платежи, при этом оказывается в менее конкурентоспособном положении по сравнению с другими аналогичными производителем, который пренебрегает своими обязанностями
	Издержки из- мерения	Издержки предприятия по определению объемов сбросов, выбросов, иных загрязнений окружающей среды, за которые оно обязано уплачивать государству налоги и платежи
Строительство, обслужива- ние основных фондов при- родоохранного назначения	Издержки по- иска информа- ции и ведения переговоров при сооруже- нии приро- доохранных объектов	Затраты времени при сооружении объектов природоохранного назначения: - на поиск подрядчиков, проектировщиков и др; - на получение различных разрешений, лицензий на создание и модернизацию действующего производства. Затраты, связанные с коррупционной составляющей данного процесса

Глава 7. Экономика управления отходами

Процесс	Виды издержек	Характеристика
Внедрение традиционных технологий, загрязняющих ОС Утилизация	Затраты на поддержание в обществе консенсусной идеологии Издержки по-	Дополнительные затраты на создание в обществе позитивного настроения по отношению к внедряемому или существующему экологически безопасному производству Затраты на поиск потенциального места захоро-
отходов, их продажа в качестве вторичного	иска информа- ции	нения отходов. При продаже отходов собственного производства предприятие несет затраты на поиск покупателя
сырья	Издержки ведения пере- говоров	Затраты времени, связанные с согласованием мест захоронения отходов с органами государственной власти, мониторингом потенциальных покупателей отходов, организацией и проведением тендеров
	Издержки оппортуни- стического поведения	Рост рисков, связанных с несознательным поведением работников в процессах утилизации отходов, которые приводят к дополнительным затратам из-за непредвиденных негативных экологических последствий
Экологическое страхование и экологический аудит	Издержки по- иска информа- ции и ведения переговоров	Согласование методик определения страховых рисков и платежей с органами государственной власти
	Издержки из- мерения	Организация взаимодействия баз данных добровольного страхования

Трансакционные издержки, которые возникают в связи с внедрением НДТ и природоохранных мероприятий на предприятиях, редко идентифицируются и практически не учитываются в процессе управления (табл. 7.5)

Таблица 7.5 Отражение экологических издержек в процессе экологизации производства с разной технико-технологической основой

Виды издержек	Технологии «конца трубы»	Ресурсосберега- ющие технологии	Безотходные технологии	ндт
Издержки фрирайдерства	+	+	+	-
Издержки поиска информации и ведения переговоров	+	+	+	-
Затраты на поддержание в обществе консенсусной идеологии	+	-	-	-

Виды издержек	Технологии «конца трубы»	Ресурсосберега- ющие технологии	Безотходные технологии	ндт
Издержки поиска информации при сооружении объектов природоохранного назначения	+	+	+	+
Издержки ведения переговоров при сооружении объектов природоохранного назначения	+	+	+	+
Издержки оппортунисти- ческого поведения	+	+	+	-
Издержки измерения	+	+	-	-

Природоохранные мероприятия и НДТ требуют разнотипных дополнительных расходов со стороны предприятия. Эти дополнительные расходы на стадии предпроектных исследований, продвижения проектов, приобретения оборудования и др., включают и трансакционные издержки, выявление и расчет которых на прединвестиционной стадии и этапе планирования являются важнейшей проблемой, связанной с отсутствием отработанных механизмов их учета.

Таким образом, учитывая трансакционные издержки, определив их денежный эквивалент можно объективно оценить стоимость внедрения природоохранных мероприятий и наилучшие из доступных технологий [5].

Глава 8. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

8.1. Концептуальные и нормативно-методические аспекты экологического менеджмента

Система экологического управления, являясь частью общей системы административного управления предприятия, имеет много общего с системой управления качеством. Это определяет сходство методологий управления, что отражается в сходстве стандартов ИСО серии 14000 и 9000. Различие систем заключается в том, что в управлении качеством окружающей среды заинтересовано все общество, а в стандартах ИСО серии 9000 определены отношения производителей и потребителей продукции и услуг.

Многие элементы системы качества окружающей среды совпадают с элементами системы качества, установленными ИСО 9001. Прямая связь между отдельными разделами и параграфами стандартов свидетельствуют об их совместимости и наличии многих аналогий при внедрении на предприятии [1].

8.1.1. ISO 9000

ISO 9000 - это серия международных стандартов, описывающих требования к системе менеджмента качества организаций и предприятий. В основе стандартов лежат идеи и положения теории всеобщего менеджмента качества. Соответствие требованиям ISO 9001 свидетельствует о некотором уровне надежности поставщика и добротности его компании. С точки зрения современных компаний, соответствие требованиям ISO 9000 - тот минимальный уровень, который даёт возможность вхождения в рынок. Сам сертификат соответствия ISO 9000 является внешним независимым подтверждением достижения требований стандарта. Цель серии стандартов ISO 9000 - стабильное функционирование документированной системы менеджмента качества продукции предприятия-поставщика. Исходная направленность стандартов серии ISO 9000 была именно на отношения между компаниями в форме потребитель/поставщик. С принятием в 2000 году третьей версии стандартов ISO 9000 большее внимание стало уделяться способностям организации удовлетворять требования всех заинтересованных сторон: собственников, сотрудников, общества, потребителей, поставщиков. Стандарт ISO 9000 является фундаментальным, принятые в нем термины и определения используются во всех стандартах ISO серии 9000. Этот стандарт закладывает основу для понимания основных элементов системы менеджмента качества продукции согласно стандартам ISO серии 9000 [3, 4].

8.1.2. ISO 14001

Появление ISO 14000 - серии международных стандартов систем экологического менеджмента на предприятиях и в компаниях - это одна из наиболее значительных международных природоохранных инициатив. Основной целью серии стандартов ISO 14000 и установленных ими требованиями является продвижение наиболее эффективных и результативных практик экологического менеджмента в организациях, а также предоставление: полезных, пригодных к использованию, экономически выгодных, систематизированных, гибких и приспосабливаемых под деятельность различных организаций инструментов. Стандарты серии ISO 14000 так же демонстрируют наиболее успешные практики, используемые для сбора, представления и анализа информации, касающейся экологии. В отличие от предыдущих экологических распоряжений и правил, основанных на принудительных подходах, позже замененных подходами, основанными на рыночных механизмах, ISO 14000 был основан на добровольном подходе к экологическому регулированию. Серия стандартов ISO 14000 включает ISO 14001, содержащий руководства для создания или улучшения системы экологического менеджмента (СЭМ). Стандарт ISO 14001 унаследовал многие положения от стандарта управления качеством — ISO 9000, который служил в качестве модели для внутренней структуры ISO 14001 (National Academy Press 1999), оба из которых могут внедряться параллельно наравне друг с другом. Так же как и ISO 9000, ISO 14000 может служить как внутренним инструментом менеджмента, так и способом продемонстрировать экологическую ответственность своим клиентам и потребителям.

Кроме того серия стандартов ISO 14000 включает следующие направления: система экологического управления, экологический аудит, экологическая маркировка, оценка жизненного цикла продукции, термины и определения (рис. 8.1.). Основным предметом ISO 14000 является система экологического менеджмента (environmental management system, EMS).

ISO 14001 устанавливает критерии для СЭМ. Он не устанавливает требования для экологической эффективности, но описывает основные правила, которым организация может следовать для построения эффективной СЭМ. Он может быть использован организациями для повышения эффективности использования ресурсов, снижению потерь и

издержек. Используя ISO 14001 можно продемонстрировать защищенность менеджмента организации и ее работников. Так же он может быть использован для демонстрации заинтересованным сторонам того, что компания измеряет и улучшает экологическое влияние на них. ISO 14001 может быть интегрирован с другими функциями менеджмента для более удобного достижения своих экологических и экономических целей.

Создание системы экологического менеджмента дает организации:

- эффективный инструмент управления совокупностью своих воздействий на окружающую среду;
- возможность продемонстрировать клиентам и общественности соответствие системы экологического менеджмента современным требованиям:
- возможность получить формальную сертификацию от третьей (независимой) стороны.



Рис. 8.1. Направления системы стандартов ISO 14000

Так же как и другие стандарты, ISO 14001 является добровольным. Его главной целью является помочь компаниям в улучшении своих экологических показателей, соблюдая при этом действующее законодательство. Организации ответственны за установление своих целей, их отслеживание и достижение. Стандарт служит помощью в достижении целей и задач компании, а также для их мониторинга и измерения [5].

8.2. Организационно-методические основы экологического менеджмента предприятия

Важнейшим приоритетом в области охраны окружающей среды является минимизация воздействия производственной деятельности на окружающую среду. Экологическая политика предприятия - это документ, который входит в число основных документов, регламентирующих общую систему управления предприятием.

8.2.1. Экологическая политика

Предприятие должно выработать экологическую политику - специальный документ о намерениях и принципах предприятия, который должен служить основой для действий предприятия и определения экологических целей и задач. Экологическая политика является двигателем в деле внедрения и улучшения системы управления окружающей средой для данной организации, чтобы она могла поддерживать и потенциально повышать свою экологическую эффективность. Она должна соответствовать масштабу, природе и экологическим воздействиям, создаваемым деятельностью, продуктами и услугами компании.

Экологическая политика, среди прочих, должна содержать заявления о стремлении к соответствию нормативам, а также к «постоянному улучшению» (continual improvement) системы экологического менеджмента и к «предотвращению загрязнений» (pollution prevention). Политика создает основу, с помощью которой организация устанавливает свои целевые и плановые показатели. Она должна быть достаточно четкой, чтобы ее могли понять внутренние и внешние заинтересованные стороны, должна периодически анализироваться и пересматриваться, с тем, чтобы отражать изменяющиеся условия и информацию. Документ доводится до сведения всех сотрудников предприятия и является доступным общественности [5, 6, 7].

Экологическая политика является двигателем в деле внедрения и улучшения системы управления окружающей средой для данной организации, чтобы она могла поддерживать и потенциально повышать свою экологическую эффективность, т.е. совмещать экологические цели и задачи с целями и задачами развития предприятия в целом.

Экономически эффективная экологическая деятельность — это достижение экономической эффективности осуществляемой природоохранной деятельности:

повышение качества продукции и услуг за счет развития экологической деятельности;

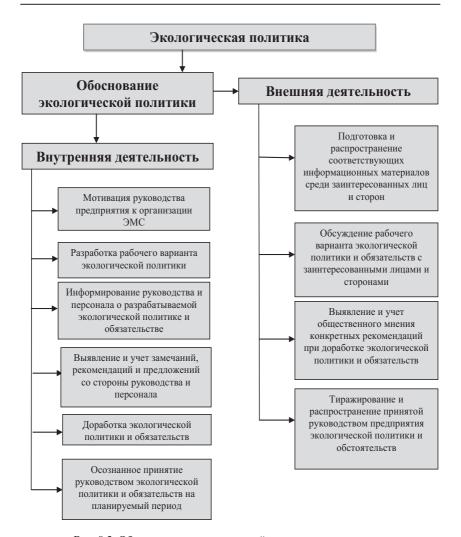


Рис. 8.2. Обоснование экологической политики предприятия

- стремление к достижению и укреплению экологической репутации производства;
 - рациональное использование ресурсов;
 - стремление к экологическому лидерству;

- доступность экологической информации о деятельности производства для всех заинтересованных лиц и сторон;
 - активная демонстрация результатов деятельности;
- независимая оценка результатов экологической деятельности предприятия (осуществление систематического экологического аудирования);
- мотивация и вовлечение всего персонала в экологическую деятельность предприятия;
- вовлечение поставщиков и смежников в экологическую деятельность предприятия;
- вовлечение потребителей товаров и услуг в экологическую деятельность предприятия;
- обязательное документирование предприятием экологической деятельности и подробная добровольная отчетность о результатах деятельности;
- активное сотрудничество со всеми заинтересованными в экологических аспектах деятельности предприятия лицами и сторонами, включая экологическую общественность, сотрудничество со средствами массовой информации;
- соответствие действующему природоохранительному законодательству, экологическим нормам и правилам;
- разработка и использование собственных экологических норм и правил, дополняющих государственные требования.

Экологическая политика предполагает включение ряда видов внутренней и внешней деятельности, отраженных на рисунке 8.2.

8.2.2. Планирование

До внедрения ISO 14001, рекомендуется провести анализ на соответствие требованиям стандарта текущих процессов организации — это облегчит обнаружение элементов существующих и будущих процессов компании, взаимодействующих с окружающей средой. Эти элементы определяются экологическими аспектами [5].

8.2.2.1. Экологические аспекты

Экологические аспекты могут быть как прямыми — теми, которые образуются в результате производства, так и косвенными — теми, которые связаны с поставками сырья и материалов. Такая первоначальная проверка помогает компаниям в установлении своих экологических целей и задач, которые должны быть точно измеримы; позволяет разработать управленческие процедуры и процессы; помогает выявить соответствующие законодательные требования, которые потом могут быть включены в политику организации. Внедрение системы экологического

менеджмента не устанавливает абсолютных (количественных) требований к экологической результативности, выходящих за рамки обязательств, вытекающих из экологической политики: соответствие применимым требованиям законодательства и другим требованиям, которые организация обязалась выполнять, принципам предотвращения загрязнения окружающей среды и постоянного улучшения своей деятельности. Система экологического менеджмента может побудить предприятие к применению наилучших доступных технологий, где это целесообразно и экономически приемлемо.

Организация должна разработать, внедрить и поддержать процедуры: идентификации экологических аспектов своей деятельности; выявление тех аспектов, которые оказывают или могут оказать значимые воздействия на окружающую среду.

8.2.2.2. Законодательные и другие требования

Предприятие должно установить, внедрить и поддерживать процедуры: идентификации и доступа к применимым законодательным и другим требованиям, которые организация обязалась выполнять, и которые имеют отношение к ее экологическим аспектам; определения, каким образом это применимо к ее экологическим аспектам. Компания должна гарантировать, что применимые законодательные и другие требования, которые она обязалась выполнять, учитываются при разработке, внедрении и обеспечении функционирования системы экологического менеджмента [5]. Обязательства могут быть взяты на себя добровольно, например, на основе отраслевых стандартов, стандартов организации, договорных отношений, сводов правил, а также соглашений с общественными группами или неправительственными организациями.

8.2.2.3. Цели и задачи программы

Организация должна установить, внедрить и поддерживать документально оформленные экологические цели и задачи для соответствующих функций и уровней (управления) в рамках организации. Цели должны быть измеримыми и соответствовать экологической политике, включая обязательства по предотвращению загрязнений, обеспечению соответствия требованиям законодательства и другим требованиям, выполнять которые организация обязалась, и будет постоянно улучшать. При установлении и анализе своих целей и задач организация должна учесть законодательные и другие требования, которые она обязалась выполнять, а также значимые экологические аспекты. Она также должна рассмотреть свои технологические возможности, финансовые, эксплуатационные и деловые требования, а также точки зрения заинтересованных сторон [5].

Экологическая цель увязывается с экологической политикой и обязательствами предприятия, конкретно формулируется, является доступной и понятной для руководства, персонала, внешних заинтересованных лиц и сторон. Цель должна быть достижимой и иметь реальное обеспечение необходимыми ресурсами, мотивированной для руководства предприятия и персонала и связанной с получением определенных выгод и преимуществ. Экологические цели в первую очередь направлены на развитие определенных процессов. Экологическая задача конкретизирует экологическую цель на определенных этапах ее достижения. Для практической реализации экологических целей и задач разрабатывается система конкретных мероприятий и действий, составляющая основу программы или ряда программ экологического менеджмента на предприятии. В программах менеджмента для каждого действия или мероприятия указываются ответственные исполнители, сроки реализации и необходимые финансовые и материальные ресурсы, включая источники финансирования.

Для постановки экологических целей и выработки задач оцениваются и анализируются (ранжируются, определяются приоритеты) следующие экологические аспекты деятельности предприятия:

- существующая система управления предприятием и система менеджмента в целом;
- существующая система экологического управления, ее место и роль в общей системе управления и менеджмента;
- существующая экологическая документация (внешняя и внутренняя);
 - готовая продукция (экологические аспекты);
- используемое сырье, материалы, энергоресурсы (экологические аспекты);
 - факторы воздействия на окружающую среду;
- источники выделения загрязняющих веществ и образования отходов:
 - источники воздействия на окружающую среду и виды отходов;
 - системы очистки сточных вод и отходящих газов;
- системы размещения и удаления (использования, переработки, ликвидации, захоронения) отходов;
 - существующая система экологического мониторинга;
- эколого-экономические и эколого-правовые аспекты деятельности предприятия;
- экологическая деятельность, осуществляемая предприятием на добровольной инициативной основе;

- существующая деятельность по предупреждению чрезвычайных экологических ситуаций и деятельность в условиях происходивших чрезвычайных экологических ситуаций;
- меры по снижению отрицательных экологических последствий предыдущей производственной деятельности;
- формулировка экологических целей и постановка нерешенных предприятием экологических задач.

8.2.3. Внедрение и функционирование системы экологического менеджмента

Руководство предприятия должно обеспечивать доступность ресурсов, необходимых для разработки, внедрения, обеспечения функционирования и улучшения системы экологического менеджмента. Все лица, выполняющие для компании задания, связанные с воздействием на окружающую среду, должны обладать соответствующим образованием, компетентностью, опытом.



Рис. 8.3. Основные стадии развития деятельности предприятий в области экологического менеджмента

Формирование и развитие системы экологического менеджмента на предприятии включает две основные стадии: развитие деятельности в области предотвращения воздействия на окружающую природную среду и создания экологически чистого производства и собственно стадию формирования и развития системы экологического менеджмента (рис. 8.3.). Практической основой деятельности предприятий в области экологического менеджмента является предотвращение воздействия на окружающую среду. В своих отдельных проявлениях подобная деятельность хорошо знакома любому предприятию. К ее характерным направлениям относятся:

- сбережение и экономия сырья, материалов, энергетических ресурсов;
- последовательное сокращение потерь сырья, материалов, реагентов, потребляемой энергии (в том числе технологических потерь, потерь при складировании и транспортировке, неучтенных потерь и т. п.);
 - использование вторичных ресурсов;
- организация потоков загрязняющих веществ и отходов (в том числе сокращение неорганизованного и распределенного воздействия на окружающую среду, разделение потоков, более организованное размещение и удаление отходов);
 - снижение брака, повышение качества продукции;
- повышение технологической и производственной дисциплины; сокращение «ночного» воздействия на окружающую среду [1].

Компания должна установить, внедрить и поддержать соответствующе процедуры, чтобы люди, работающие для нее, осознавали: важность соответствия экологической политике, процедурам и требованиям системы экологического менеджмента; значимые экологические аспекты и фактические потенциальные воздействия на окружающую среду, связанные с их деятельностью (рис. 8.4). Предприятие должно внедрить процедуру внутреннего обмена информацией между различными функциями и уровнями [6].

Документация системы экологического менеджмента должна содержать: экологическую политику, цели, задачи; описание области применения системы экологического менеджмента и ее основных элементов; документы, включая записи, регламентируемые стандартом и записи определенные предприятием.

Предприятие должно установить, внедрить и поддерживать процедуру регулярного мониторинга и измерений ключевых характеристик, осуществляемых операций, которые могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду.

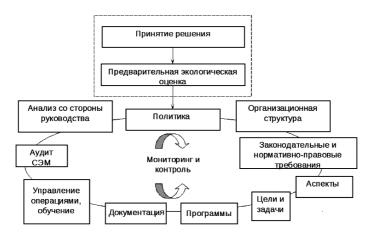


Рис. 8.4. Схема внедрения СЭМ на предприятии любой отрасли промышленности

Измеримые результаты функционирования системы экологического менеджмента, относящиеся к управлению организации своими экологическими аспектами, составляет экологическую результативность. Достигнутые результаты могут быть оценены путем сопоставления с экологической политикой, целями, а также с использованием других критериев. При этом применяются количественные показатели.

8.3. Интегрированные системы менеджмента на предприятиях лесного комплекса

Продукция лесного комплекса имеет очень низкую конкурентоспособность на рынке, большую часть российской экспортируемой продукции составляют круглый лес или сырьевые товары с низкой добавленной стоимостью.

Интегрированные системы менеджмента (ИСМ) являются одним из самых эффективных и популярных механизмов, который обеспечивает стабильное положение и развитие предприятия, а также привлекает потребителей и доказывает партнерам свою состоятельность. Интегрированные системы менеджмента включают в себя совокупность систем: менеджмента качества, экологического менеджмента, менеджмента охраны труда и здоровья персонала [7]. Затраты на внедрение и сертификацию ИСМ, обычно оправдывают себя по сравнению с рядом традиционных мер поддержания предприятия, таких как реклама, расширение

производственных мощностей, обновления технического оснащения и другие.

Таблица 8.1 Подсистемы интегрированной системы менеджмента предприятий лесного комплекса

Подсистемы ИСМ	Причины включения подсистемы в ИСМ
Система менед- жмента качества по ISO 9001:2000	1. СМК служит хорошей платформой для объединения всех подсистем в единую ИСМ, ориентированную на стратегию устойчивого развития предприятия, и выполняет функцию связующего звена для различных подсистем. 2. СМК — это система непрерывного совершенствования деятельности предприятия. 3. Сертификат на СМК является неотъемлемым требованием вступления России в ВТО. 4. Универсальность методологии и требований стандарта ISO 9001 позволяет без особых трудностей интегрировать в ИСМ системы, соответствующие стандартам ISO 14001, OHSAS 18001 и SA 8000
Система эко- логического менеджмента по ISO 14001:2004	Внедрение СЭМ докажет приверженность руководства идеям экологического менеджмента и повысит «зеленый» авторитет предприятия
Система лесо- управления в соответствии с требованиями FSC	1. Использование данной системы позволит учесть специфику предприятия лесного комплекса, в том числе экологические, социальные, экономические аспекты устойчивого лесоуправления, а также технологическую цепочку поставки продукции «от производителя к потребителю». 2. Сертификат этой системы является пропуском на международные экологически чувствительные лесные рынки
Система менед- жмента промыш- ленной безопасно- сти и здоровья по OHSAS 18001:1999	Использование данной системы помогает предприятию в управлении рисками, связанными с профессиональным здоровьем и безопасностью, а также в постоянном улучшении своих показателей в данном направлении
Система корпоративной социальной ответственности по SA 8000:2001	Использование данной системы позволит учесть социально- ответственные подходы в бизнесе. CSR является наиболее доступным инструментом, способ- ствующим улучшению качества жизни работников и процвета- нию предприятия. Cертификат на CSR служит гарантом того, что продукция произведена в соответствии с общепринятым и социально при- емлемым набором ценностей. Большой процент потребителей и инвесторов по всему миру при оценке деятельности предприятий обращают самое при- стальное внимание на социальные аспекты и рабочую среду

Достоинствами ИСМ являются:

- согласованность действий внутри предприятия благодаря функционированию единой ИСМ;
- уменьшение количества внутренних и внешних связей по сравнению с их общим количеством в нескольких отдельно функционирующих системах;
- уменьшение количества объема документации по сравнению с суммарным объемом документов в нескольких параллельных системах;
- привлечение большей части персонала в улучшение деятельности предприятий;
- уменьшение затрат на разработку, функционирование и сертификацию по сравнению с суммарными затратами, связанными с несколькими системами.

К экономическим преимуществами создания ИСМ стоит отнести:

- рациональное использование материалов и энергии;
- сохранение природных ресурсов;
- уменьшение отходов производства, упаковки, опасных материалов;
- повторное использование материалов;
- уменьшение или предотвращение штрафных санкций;
- большее доверие со стороны инвесторов, страховых компаний;
- улучшение имиджа предприятия.

ИСМ может иметь ряд конфигураций в зависимости от состава входящих в неё систем. Мировая практика свидетельствует, что на предприятиях лесного комплекса должны интегрироваться в первую очередь три подсистемы: системы менеджмента качества (СМК, ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001:2008) Системы менеджмента качества. Требования); экологического менеджмента (ГОСТ Р ИСО 14001-2007 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению (ISO 9001:2000); лесоуправления (Стандарты Лесного попечительского совета (FSC)); на следующем этапе система менеджмента промышленной безопасности и здоровья (ГОСТ Р 54934-2012/ОНSAS 18001:2007 Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности персонала. Требования); система корпоративной социальной ответственности (SA 8000) [9]. В таблице 8.1. представлены системы, входящие в состав ИСМ предприятий лесного комплекса [10].

Преимущества ИСМ: повышение технологичности разработки, внедрения и функционирования систем менеджмента; разработка единой гармонизированной структуры менеджмента; снижение затрат на разработку, функционирование и сертификацию; возможность совмещения ряда процессов в рамках ИСМ (планирование, анализ со стороны

руководства, управление документацией, подготовка кадров, обучение, внутренние аудиты и пр.); повышение мобильности и возможностей адаптации к изменяющимся условиям; большая привлекательность для потребителей, заинтересованных сторон, инвесторов.

8.4. Система экологического менеджмента как НДТ в целлюлозно-бумажной промышленности

Практически все отраслевые справочники по НДТ, действующие в Евросоюзе, включают описание системы экологического менеджмента в качестве НДТ. В Информационно технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона» системы экологического менеджмента включены в перечень НДТ. Основные принципы наилучших доступных технологий и системы экологического менеджмента представлены в таблице 8.2

Таблица 8.2 Основные принципы НДТ и СЭМ

№	ндт	СЭМ
1	Наименьший уровень воздействия на окружающую среду	Предотвращение загрязнения среды
2	Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации	Сокращение негативного воздействия на окружающую среду
3	Применение ресурсо- и энергосберегающих методов	Последовательное улучшение (экологической результативности)
4	Охват — от сырья до размещения отходов и вывода установки из эксплуатации	Учет жизненного цикла (от сырья до размещения отходов)

Предотвращение загрязнения среды предполагает использование всех процессов, практических методов, подходов, материалов, продукции или энергии, для того, чтобы избежать, уменьшить или контролировать (отдельно или в сочетании) образование, выброс или сброс любого типа загрязняющих веществ или отходов, чтобы уменьшить отрицательные воздействия на окружающую среду. Предотвращение загрязнения может включать уменьшение или устранение источника, изменения процесса, продукции или услуги, эффективное использование ресурсов, замену материалов и энергии, повторное использование, восстановление, вторичную переработку, утилизацию и очистку.

Последовательное улучшение — это процесс развития системы экологического менеджмента, направленный на достижение лучших показателей во всех экологических аспектах деятельности предприятия, там, где это практически достижимо в соответствии с его экологической политикой.

Система экологического менеджмента

НДТ-1. Улучшение общих экологических показателей предприятий по производству целлюлозы, бумаги и картона путем внедрения и поддержания системы экологического менеджмента (Environmental management systems-EMS) [11].

НДТ включает следующие мероприятия:

- обязательства руководства в области экологической политики, в том числе высшего руководства;
- определение экологической политики, включая непрерывное улучшение управления в этой сфере;
- планирование и внедрение необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями;
- внедрение процедур, уделяя особое внимание: структуре и ответственности; обучению, осведомленности и компетентности работников; связям и коммуникациям; мотивации работников; системе документооборота; эффективному управлению процессом; программам технического обслуживания; готовности к чрезвычайным ситуациям и реагированию на них; соблюдению природоохранного законодательства;
- проверка работы и принятие корректирующих мер, обращая особое внимание на: мониторинг и измерение показателей процессов; корректирующие и предупреждающие действия; ведение учета;
- независимый внутренний и внешний аудит (где практикуется), чтобы определить, соответствуют ли системы экологического менеджмента запланированным мероприятиям и прошли ли должным образом внедрение и поддержку;
- обзор системы экологического менеджмента и ее постоянную пригодность, адекватность и эффективность со стороны высшего руководства;
 - отслеживание разработки экологически чистых технологий;
- рассмотрение воздействия на окружающую среду от возможного вывода из эксплуатации установки/оборудования на стадии проектирования нового завода и в течение всего срока эксплуатации;
- регулярное применение отраслевого сопоставительного анализа отдельных показателей.

Управление материальными ресурсами и надлежащая организация производства

НДТ-2. Оптимальное управление материальными ресурсами и надлежащая организация производства для сведения к минимуму воздействия на окружающую среду производственных процессов путем

использования комбинации методов/оборудования, приведенных в таблице 8.3

Таблица 8.3 Методы, оборудование, используемые при оптимизации управления материальными ресурсами

	Метод/оборудование	Применимость
A	Тщательный отбор и контроль сырья, химикатов, материалов и добавок	
Б	Анализ прихода-расхода химикатов, включая контроль качества и норм расхода	
В	Стремление к снижению уровня использования химикатов в соответствии с технологическими регламентами производства при сохранении качества конечной продукции	Общеприменимы
Γ	Минимизация попадания веществ в почву из-за протечек, из-за воздушного осаждения и неправильного хранения сырья, продукции или отходов, в том числе при нештатных и (или) аварийных ситуациях	Оощенрименимы
Д	Подготовка и реализация программ управления сбросами, выбросами загрязняющих веществ и образования твердых отходов	

Управление водными ресурсами и сточными водами

НДТ-3. Управление системой предотвращения загрязнений сточных вод от хранения и подготовки древесины, путем использования комбинации методов/оборудования приведенных в таблице 8.4

Таблица 8.4 Методы/оборудование для предотвращения загрязнений сточных вод от хранения и подготовки древесины

	Метод/оборудование	Применимость	
A	Сухая окорка	Общеприменимы	
Б	Бетонирование площадки лесной биржи и, в частности, поверхностей, используемых для хранения щепы	Применимость может быть ограничена из-за размеров лесной биржи и площади для хранения	
В	Контроль расхода спрысковой воды и сведение к минимуму количества поверхностных ливневых вод, удаляемых с лесной биржи	В основном применим	
Γ	Сбор загрязненных ливневых сточных вод с лесной биржи и удаление загрязненных взвешенных и твердых частиц от сточных вод перед биологической очисткой	Применимость может быть ограничена степенью загрязнения ливневых вод (низкой концентрацией) и (или) размерами станции очистки сточных вод (большие объемы)	

В соответствии с НДТ количество сточных вод от сухой окорки составляет $0.5-2.8~{\rm M}^3/{\rm T}$ в.с.ц.

НДТ-4. Оптимальное управление системой предотвращения загрязнений сточных вод, снижение расхода свежей воды и образования сточных вод при производстве целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона с помощью комбинации методов, приведенных в таблицах 8.5 и 8.6

Таблица 8.5 Методы/оборудование для предотвращения загрязнений сточных вод, снижения расхода свежей воды и образования сточных вод

	Метод/оборудование	Применимость		
Α	Контроль и оптимизация использования воды			
Б	Мониторинг степени замкнутости системы водопользования и потенциальных недостатков; использование дополнительного оборудования при необходимости			
В	Отделение менее загрязненной уплотнительной воды от вакуум-насосов и повторное ее использование	В основном применимы		
Γ	Отделение чистой охлаждающей воды от загрязненной технологической воды и повторное ее использование			
Д	Повторное использование технологической воды для замены свежей воды (циркуляция воды и замкнутый цикл водопользования)	Применим на новых заводах и при модернизации. Применимость может ограничиваться из-за качества воды и (или) требований к качеству продукции или таких как осаждение/ образование отложений в системе водооборота		
Е	Локальная (внутри цеховая) очистка технологической воды для улучшения качества воды и обеспечения рециркуляции или повторного использования	В основном применим		

Управление системой потребления энергетических ресурсов и энергоэффективностью

НДТ-5. Оптимальное управление системой потребления энергии и энегоэффективностью для уменьшения расхода топливно-энергетических ресурсов и снижения техногенного воздействия на окружающую среду производственных процессов и ТЭЦ путем использования комбинации методов/процессов, приведенных ниже.

Таблица 8.6 Количество сточных вод, соответствующее НДТ в точке сброса после технологического процесса производства

Единица измерения	Среднегодовой уровень потребления сточных вод ¹⁾
м ³ /т в.с.ц.	3,00-10,00
м ³ /т в.с.ц.	25,00-50,00
м ³ /т в.с.ц.	15,00-40,00
м³/т в.с.ц.	25,00-50,00
м³/т в.с.ц.	20,00-45,00
м ³ /т в.с.ц.	45,00-70,00
м ³ /т в.с.ц.	40,00-60,00
м ³ /т в.с.ц.	11,00-20,00
м ³ /т в.с.ц.	9,00-16,00
м ³ /т	15,00-27,00
M ³ /T	15,00-30,0022)
M ³ /T	15,00-25,00
	измерения м³/т в.с.ц. м³/т в.с.ц.

¹⁾Среднегодовой уровень потребления сточных вод приведен в расчете на 1 тонну товарной продукции от данного технологического процесса/передела

Управление снижением выбросов в атмосферу

НДТ-6. Предотвращение и снижение газовых выбросов, образующихся в системе сточных вод, путем использования комбинации методов, приведены таблице 8.8

Управление системой контроля ключевых параметров процессов производства

Мониторинг ключевых параметров процессов производства

НДТ-7. Контроль ключевых параметров технологического процесса на предприятиях (давление, температура, количество загрязнений в ды-

²⁾ Более высокий предел диапазона в основном связан с производством картона для складных коробок)

мовых газах, прочие ключевые индикаторы согласно технологическим регламентам предприятия).

Таблица 8.7 Методы, оборудование для уменьшения расхода топливноэнергетических ресурсов и снижения техногенного воздействия на окружающую среду производственных процессов и ТЭЦ

	Метод/оборудование	Применимость
	Реализация Программы энергосбережен	ия и энергоэффективности
A	Использование систем управления энергией и энергоресурсами, которые включают следующие функции: 1. Оценка общего потребления и производства энергии. 2. Определение точек, количественная оценка и оптимизация возможностей использования энергии. 3. Контроль и поддержание оптимальных параметров энергопотребления.	В основном применим
Б	Меры по значительной регенерации тепла и снижению его потребления: - высокое содержание сухих веществ в черном щелоке и коре; - высокий КПД паровых котлов, одним из признаков которого может служить, например, низкая температура топочного газа; - эффективная система использования вторичного тепла, например, горячей воды с температурой около 85 °C; - по возможности максимально замкнутая система водопользования; - высокая концентрация целлюлозной массы; - использование вторичного тепла для обогрева зданий	
В	Переход на использование природного газа. Максимальное производство энергии за счет сжигания отходов и брака от производства целлюлозы, бумаги, картона, которые не могут использоваться в основном производстве, имеют высокое содержание органических веществ и калорийность	Применимо, только если переработка и повторное использование отходов и брака производства целлюлозы и бумаги с высоким содержанием органических веществ и высокой теплотворностью невозможны
Γ	Максимально возможное удовлетворение потребности в паре и электроэнергии с помощью совместного получения тепла и электроэнергии ТЭЦ, СРК, древеснокорьевых котлов и др.	Применимо для всех новых предприятий и для модернизированных энергостанций

	Метод/оборудование	Применимость
Д	Использование избыточного тепла для сушки биомассы и осадков очистных сооружений, для нагрева питательной воды энергетических котлов, технологической воды, отопления зданий	Применимость данного метода может быть ограничена в случаях, когда источники тепла и объект для использования тепла удалены друг от друга
Е	Изоляция соединительной арматуры трубопроводов пара и конденсата	В основном применимо
Ж	Использование эффективных вакуумных систем для обезвоживания на БДМ	
3	Использование высокоэффективных электродвигателей, насосов и мешалок	
И	Использование преобразователей частоты используемых электродвигателей насосов, компрессоров, вентиляционного оборудования	

Таблица 8.8 Методы/оборудование для предотвращения и снижения газовых выбросов, образующихся в системе сточных вод

	Метод/оборудование	Применимость
	1. Максимально замкнутая система водопользо- вания	
A	Проектирование технологических процессов бумажной фабрики, баков хранения массы и воды, трубопроводов и бассейнов таким образом, чтобы избегать продолжительного времени удерживания, мертвых зон или областей с плохим перемешиванием в циркуляции воды и во избежание неконтролируемых отложений, гниения и разложения органических и биологических веществ	Применимо при максимально замкнутой системе водопользования
Б	Использование биоцидов, дисперсантов или окислительных агентов (например, каталитическая дезинфекция с помощью перекиси водорода) для снижения запаха и роста гнилостных бактерий	
В	Установка внутренней очистки (фильтров внутренней очистки) для снижения концентраций органических веществ и, следовательно, возможных проблем с запахами в системе оборотной воды	
	2. Системы очистки сточных вод и обработки осадков во избежание условий, когда сточные воды или шлам становятся анаэробными	В основном применимо

	Метод/оборудование	Применимость
A	Применение замкнутых канализационных систем с контролируемой вентиляцией с использованием химикатов в некоторых случаях для снижения образования сероводорода или для его окисления в системах канализации	
Б	Обеспечение достаточной степени аэрации и надлежащих свойств перемешивания в аэротенках; регулярная проверка систем аэрации	
В	Гарантирование нормальной работы вторичного отстойника шлама и перекачивания шлама	
Γ	Ограничение времени удерживания шлама при хранении путем постоянного направления шлама на обезвоживание	
Д	Устранение возможных неполадок и исключение аварийных ситуаций	
Е	Применение методов очистки газов от оборудования, в котором проводится сушка ила, шлама	
Ж	Использование пластинчатых теплообменников. Недопущение использования в охладительных башнях неочищенных сточных вод	

НДТ-8. Контроль и измерение выбросов в атмосферу ($\mathrm{NO_{X}},\ \mathrm{SO_{2}},$ пыль).

HДТ-9. Контроль и измерение сбросов в воду (ХПК, БПК, взвешенные вещества, АОХ, общий фосфор, общий азот, рH, электропроводность).

НДТ-10. Регулярный контроль и оценка распространения дурнопахнущих газов из соответствующих источников. Оценка распространения ДПГ может быть снижена путем периодического измерения и оценки выбросов, которые выделяются из разных источников (например, целлюлозной линии, баков, бункеров щепы и т. п.) с помощью прямых замеров.

Управление системой обращения с отходами

НДТ-11. Снижение образования отходов, вовлечение в повторное использование и подготовка для размещения на полигоне путем использования комбинации методов/процессов, приведенных в таблице 8.9

Уровни образования отходов соответствующие НДТ при производстве сульфатной/сульфитной целлюлозы и древесной массы в составе интегрированного предприятия для действующих и новых/модернизируемых производств приведены в таблицах 8.10 и 8.11.

Таблица 8.9 Методы/оборудование для снижения образования отходов, вовлечение в повторное использование и подготовку для размещения на полигоне

	Метод/оборудование	Применимость
A	Раздельный сбор различных видов отходов (включая разделение и классификацию отходов по степени опасности)	В основном применимо
Б	Объединение подходящих видов (фракций) отходов для получения смесей, которые могут лучше использоваться	В основном применимо
В	Предварительная обработка отходов перед повторным использованием на предприятии или переработкой	В основном применимо
Γ	Выработка энергии на месте или вне завода из отходов с высоким содержанием горючих органических веществ	Для использования вне завода применимость зависит от доступности третьего участника
Д	Предварительная обработка и подготовка отходов перед утилизацией или вывозом на полигон	В основном применимо

Таблица 8.10 Уровни образования отходов соответствующие НДТ. Действующие производства

Технологический по- казатель		Еди- ница изме- рения	Среднегодовое значение для интегрированных предприятий, в состав которых входит производство сульфатной целлюлозы, в т.ч. для		Среднегодовое значение для интегрированных предприятий, в состав которых входит производство сульфитной целлюлозы и древесной массы, в т.ч. для	
		1	Небеленая целлюлоза	Беленая целлюлоза	Небеленая целлюлоза	Беленая цел- люлоза
Отходы цикла регенерации химикатов подлежащие размещению		КГ/Т В.С.Ц.	15,00-20,00	15,00-20,00	-	15,00-20,00
Биораз-	кородревесные и отходы сортирования (костра, сучки)	КГ/Т В.С.Ц, В.С.М.	400,00- 550,00	400,00- 550,00	400,00-550,00	400,00-550,00
лагаемые отходы (в а.с.в.)	отходы сортиро- вания (не- провар)	КГ/Т В.С.Ц.	5,50-6,00	5,50-6,00	5,50-6,00	5,50-6,00
	осадки очистных сооруже- ний	KT/T ¹⁾	45,00-50,00	45,00-50,00	50,00-80,00	50,00-80,00
1)В расчете на одну тонну товарной продукции						

Таблица 8.11 Уровни образования отходов соответствующие НДТ. Новые/модернизируемые производства

Технологический по- казатель		Еди- ница измере- ния	Среднегодовое значение для интегрированных предприятий, в состав которых входит производство сульфатной целлюлозы, в т.ч. для		Среднегодовое значение для интегрированных предприятий, в состав которых входит производство сульфитной целлюлозы и древесной массы, в т.ч. для	
			Небеленая	Беленая	Небеленая	Беленая
			целлюлоза	целлюлоза	целлюлоза	целлюлоза
Отходы цикла регенерации химикатов подлежащие размещению		КГ/Т В.С.Ц.	≤15,00	≤15,00	-	≤15,00
Биораз- лагаемые отходы (в а.с.в.)	кородре- весные и отходы со- ртирования (костра, сучки)	КГ/Т В.С.Ц, В.С.М.	400,00- 550,00	400,00- 550,00	400,00- 550,00	400,00- 550,00
	отходы со- ртирования (непровар)	кг/т в.с.ц.	≤5,50	≤5,50	≤5,50	≤5,50
	осадки очистных сооруже- ний	КГ/Т ¹⁾	≤45,00	≤45,00	≤50,00	≤50,00
1)В расчете на одну тонну товарной продукции						

8.5. Требования и стандарты в деревообрабатывающем производстве Финляндии

В настоящее время производство деревообрабатывающей промышленности Финляндии регулируется различными требованиями, стандартами и сертификациями продукции, а также системами менеджмента по качеству производства и экологии. В деревообрабатывающей промышленности следуют многим стандартам по качеству сырья и по управлению предприятием. Часть стандартов разработана на основе законодательства, другая часть - на основе отраслевой практики.

В сфере лесного хозяйства и заготовки древесины в Финляндии существуют две конкурирующие сертификационные организации. Наи-

большая часть лесов в Финляндии сертифицирована по национальной системе FFCS (Finnish Forest Certification System). Схема FFCS ратифицирована европейской системой сертификации лесов PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes). Второй системой сертификации является Лесной попечительский совет, FSC (Forest Stevardship Council). Помимо этого продукцию сертифицируют на предмет загрязняющих технологий и потребительских свойств продукции.

На подавляющем большинстве предприятий деревообрабатывающей промышленности действуют международные экологические стандарты ISO 14001. Кроме этого, почти на каждом третьем предприятии имеется официально поддерживаемая схема экологического менеджмента и аудита EMAS или какой-либо другой экологический сертификат. Большая часть крупных предприятий уже несколько лет подряд открыто публикует отчеты по охране окружающей среды. Также на практике применяются различные экологические маркировки [12].

При планировании жизненного цикла продукции анализируются все стадии: от заготовки сырья, процесса изготовления, использования готовой продукции и вторичного сырья до конечной утилизации. Подобный подход распространяется и на изделия из древесины. В процессе планирования жизненного цикла продукции не обходят вниманием и степень эксплуатации природных ресурсов.

Основой систем управления качеством является серия стандартов ISO 9000, но в настоящее время многие предприятия разрабатывают собственные системы в соответствии с различными критериями поощрения за качество. Многие компании вводят внутренний контроль качества производственной деятельности. Например, в управлении деятельностью важнейшими элементами признаны высокое качество продукции, близость к клиенту, экономичность, гибкость и инновативность.

Глава 9. УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ: СТРАТЕГИИ И ИНСТРУМЕНТЫ

По имеющимся оценкам, в США из всего используемого сырья примерно 6% приходится на продукты производства, только 1% составляют долговечные продукты, а весь оставшийся объем сырьевых материалов в итоге становится отходами (Seadon, 2006). Управление этими отходами представляет собой затратный процесс с точки зрения времени и ресурсов, а при неправильной организации приводит к истощению полезных ископаемых и загрязнению окружающей среды.

Управление отходами является еще более сложным для организаций, которые имеют дело с большим количеством материалов разного типа, с большими объемами отходов или с большим количеством задействованных работников, покупателей и посетителей. Основные характеристики муниципальных отходов могут быть одинаковыми в разных регионах; в то же время в промышленном, коммерческом и государственном секторе образуются разнообразные потенциальные потоки отходов, которые сильно различаются в зависимости от организации. В связи с таким разнообразием не существует единого решения, которое подойдет всем организациям. Однако интегрированный подход к планированию управления твердыми отходами как ресурсом позволяет организациям создавать комплексную стратегию, которая может оставаться гибкой в свете меняющихся экономических, социальных, материальных (продукция и упаковка) и экологических условий.

Целью данной главы является обзор стратегий, систем и инструментов планирования управления отходами на организационном уровне.

9.1. Характеристика потоков отходов

Прежде чем разрабатывать план действий, необходимо иметь общие представления о составе и объеме отходов. Эту информацию обычно можно получить путем проведения исследований по характеристике отходов. Промышленный и коммерческий сектор производит множество разнообразных потенциальных потоков отходов, включая муниципальные и промышленные твердые отходы, клинические отходы, отходы строительства и сноса зданий, а также опасные отходы. Отходы коммерческих фирм и официальных учреждений обычно характеризуются как «отходы от торговой и коммерческой деятельности», в то время как потоки отходов промышленности (изготовления, ремонта, обработки

изделий) представляют собой «жидкие отходы», «твердые отходы» или «загрязнители воздуха». Каждый из этих видов отходов, как правило, требует своего подхода к управлению и регулированию.

Стратегии управления отходами, описанные в этой главе, в общем виде применимы к любым видам отходов — от твердых муниципальных отходов (ТМО) до промышленных и опасных отходов. Прежде всего, речь идет о твердых отходах. Типичные потоки отходов бытового, промышленного, коммерческого и государственного секторов представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 Потоки отходов муниципального, промышленного, коммерческого и государственного секторов (Davidson, 2011)

Вид отходов	Объекты, деятельность или место формирования отходов	Типы твердых отходов	
Бытовые	Частные дома; многоквартирные дома	Пищевые отходы, бумага, картон, пластмасса, ткани, дворовые отходы, дерево, зола, листья деревьев, особые виды отходов (в том числе крупногабаритный мусор, электроника, и т. д.), опасные бытовые отходы	
Коммерче-ские	Магазины, рестораны, рынки, офисные здания, отели, мотели, типографии, станции обслуживания автомобилей, авторемонтные мастерские	Бумага, картон, пластмасса, дерево, пищевые отходы, стекло, металлолом, зола, особые виды отходов, опасные отходы	
Институци- ональные	Школы, университеты, больницы, тюрьмы, государственные учреждения	То же, что и коммерческие, плюс биомедицинские отходы	
Промыш- ленные (не- производ- ственные)	Строительство, производственные предприятия, легкая и тяжелая промышленность, перерабатывающие предприятия, химические заводы, электростанции, снос сооружений	То же, что и коммерческие	
Промыш- ленные	Строительство, производственные предприятия, легкая и тяжелая промышленность, перерабатывающие предприятия, химические заводы, электростанции, снос сооружений	То же, что и коммерческие, плюс отходы промышленного производства, подручные материалы	

9.2. Концепции управления отходами

В области управления отходами существуют разные концепции, которые частично совпадают друг с другом. Основные черты наиболее распространенных на данный момент концепций представлены ниже.

9.2.1. Концепция Zero Waste

Концепция Zero Waste (ZW), что означает «ноль отходов», привлекает пристальное внимание общественности с конца 1990-х гг., и под этим термином часто подразумевается стремление к технологиям, в рамках которых отходы вообще не складируются на свалках и полигонах и не сжигаются. Тем не менее, философия ZW предполагает и другие подходы целью которых может быть максимально возможная переработка образующихся отходов, минимизация их объемов, а также разработка новых продуктов с учетом их будущей переработки, рекультивации, возврата в природную среду или использования в качестве материала для создания другой продукции (Tennant-Wood, 2003). Организация Zero Waste Alliance (www.zerowaste.org) дает еще более широкую формулировку своих целей:

ZW of Resources, «безотходность ресурсов» (энергия, материалы, человеческие ресурсы);

Zero emissions, «ноль выбросов» (в воздух, в воду, твердых, и т. д.);

ZW in activities, «безотходная деятельность» (административная, производственная);

ZW in product life, «безотходный жизненный цикл продукции» (транспортировка, использование, утилизация);

Zero use of toxics, «ноль токсичных веществ» (в процессах и продуктах).

Концепция Zero Waste относится ко всем этапам жизненного цикла, так что можно выделить три уровня или фазы (Zaman, 2015):

Предотвращение образования отходов путем безотходных процессов добычи, разработки и производства («ZW extraction, design and production processes»):

Предотвращение образования отходов путем устойчивого потребления и ответственного покупательского поведения («sustainable consumption»);

Снижение объемов отходов путем безотходных стратегий управления («zero waste management and treatment»).

1. Безотходная добыча, разработка и производство. Первая фаза объединяет различные методы добычи полезных ископаемых и экологические принципы (Industrial Ecology, Cradle-to-Cradle, Green Engineering),

применяемые для обеспечения промышленного симбиоза и процессов вторичной переработки.

Данная фаза ставит своей целью использование обществом уже имеющихся материалов вместо добычи нетронутых невозобновляемых природных ресурсов. С целью минимизировать повреждение природной среды и обеспечить оптимальную утилизацию ресурсов, предполагается интегрированное применение экологических принципов (Industrial Ecology, Cradle-to-Cradle, Green Engineering).

Особое внимание в настоящее время должно уделяться проблеме замены традиционных добываемых ресурсов альтернативными (в этом направлении развивается, например, технология «urban mining»).

Zero waste design («безотходная разработка») — это один из фундаментальных аспектов достижения целей концепции ZW, так как он нацелен на предотвращение формирования отходов на первой фазе производства путем применения экологических принципов (Green Engineering and Production). Традиционно на стадии разработки продукта крайне редко идет речь о том, чтобы предотвратить образование отходов. Однако для инновационных технологий именно этот аспект должен стать одним из важнейших. Примером этого подхода является концепция Cradle-to-Cradle Design (см. Раздел 9.4). Если продукция разрабатывается и производится с применением принципа «cradle-to-cradle», впоследствии намного проще извлекать полезные ресурсы из полученных отходов и эффективно реализовывать программы утилизации таких ресурсов и их оптимальную переработку. В рамках этой концепции производителям часто рекомендуется отказаться от производства продуктов, которые с трудом поддаются разборке, переработке и восстановлению ресурсов из продуктов утилизации (Ziout, 2014).

- 2. Устойчивое потребление. Результатом современной практики избыточного потребления становится образование огромных объемов отходов, которого можно избежать, применяя принцип устойчивого потребления («sustainable consumption»). Данный принцип не призывает потреблять меньше, а только лишь потреблять эффективнее, с целью минимизировать образование отходов и снижения экологического вреда. Концепция «zero consumption» («нулевое потребление») относится к материалам, которые пригодны для полноценного повторного использования в той же системе после окончания срока службы. Таким образом, концепция «потребления» как такового заменяется понятием «использования», когда ресурсы вовлечены в циклическую схему.
- 3. Безотходное управление. Традиционные системы управления отходами рассматривают отходы как продукты, образующиеся на конечной

стадии потребления. Соответственно, методики управления отходами сводятся к простому «выбрасыванию». В рамках безотходного управления («zero waste management and treatment») предполагается, вместо традиционного определения «отходов», использовать понятие «вторичных ресурсов», которые образуются не на конечной, а на промежуточной фазе потребления. На этой фазе процессы сортировки, сбора, переработки, рекультивации и очистки отходов должны строго следовать рекомендациям ZW по оптимальному повторному использованию ресурсов с минимальным ущербом для окружающей среды.

Реализация концепции Zero Waste невозможна без значительных усилий и действий со стороны промышленности и управленческих структур. Промышленность контролирует процесс разработки продукции и упаковки, сам процесс производства, а также выбор материалов (Тоwnend, 2010). Правительство может формировать политику и предоставлять субсидии на усовершенствование процессов производства, разработки и продажи продукции, а кроме того, разрабатывать и внедрять комплексные стратегии, направленные на предотвращение образования отходов, нежели на управление ими. Ввиду того, что предотвращение образования отходов в высокой степени зависит от производства, существенной частью стратегии Zero Waste часто является расширенная ответственность производителя («extended producer responsibility»).

9.2.2. Концепция Cleaner Production

В 1989 году в рамках программы ЮНЕП была предложена инициатива Cleaner Production («более чистое производство»), которая концептуализирует современный термин «Cleaner Production». Концепция Cleaner Production (СР) разработана в качестве программы ЮНЕП и ЮНИДО для развивающихся стран.

Концепция СР — это не чисто технический термин (не «clean technology», что дословно переводится как «чистая технология»). Ключевое различие между контролем загрязнений и Cleaner Production — время. Контроль загрязнений, использующий вышеупомянутый принцип «выбрасывания» конечного продукта, включает меры, принимаемые постфактум (по принципу «реагировать и устранять»). Философия Cleaner Production, наоборот, предполагает превентивные меры (по принципу «предвидеть и предотвратить»). В рамках этой концепции разрабатываются подходы к производству товаров и услуг с минимальным экологическим ущербом при существующих технологических и экономических ограничениях.

Начавшись с простой идеи «производить меньше мусора», постепенно Cleaner Production развилась в полноценную концепцию повышения ресурсной эффективности продукта в целом. Концепция СР включает в себя то, что некоторые страны называют предотвращением загрязнения, минимизацией отходов, эко-эффективностью или «green productivity («зеленая продуктивность», «эко-продуктивность»). Целостный подход ЮНИДО к концепции Cleaner Production является интегрированной превентивной стратегией, которая применима ко всему жизненному циклу продукции с целью:

- а) повысить продуктивность, обеспечив более эффективное использование сырья, энергии и воды;
- б) обеспечить лучшую экологическую деятельность предприятия, изначально снизив количество производимых отходов и выбросов;
- в) снизить воздействие продукции на окружающую среду в течение жизненного цикла путем разработки экологичных, но при этом конкурентоспособных продуктов.

Цели СР для процессов производства:

- снизить потребление сырья и энергии в расчете на единицу продукции;
- по возможности перестать использовать токсичные и опасные материалы;
- снизить количество и токсичность производимых выбросов и отходов.

Цели ${\rm CP}$ для продукции — снизить воздействие на окружающую среду, здоровье людей и повысить безопасность:

- в течение всего жизненного цикла;
- от добычи сырья, включая производство и потребление продукта, до этапа утилизации.

Цель СР для услуг предполагает:

проработку экологических вопросов в процессе разработки и предоставления услуг.

В начале 1990-х гг. ЮНИДО и ЮНЕП совместно запустили программу, в рамках которой были основаны Национальные Центры Cleaner Production (NCPC), благодаря деятельности которых к настоящему моменту программа уже охватывает сорок семь развивающихся стран и стран с переходной экономикой. Такие центры оказывают разнообразные услуги, в том числе:

- повышение осведомленности о преимуществах СР;
- демонстрация экологических, финансовых и социальных преимуществ СР путем проведения экспертизы на предприятии и в рамках демонстрационных проектов;
 - помощь в получении финансирования для внедрения СР;

- консультирование по вопросам политики CP для органов управления как национального, так и местного уровня;
 - распространение технической информации.

9.2.3. Концепция Green Engineering

Концепция Green Engineering («зеленая инженерия», «эко-инженерия») имеет своей основной целью достижение стабильности благодаря использованию достижений науки и технологии. В рамках этой концепции предполагается снижение загрязнения и минимизации рисков для людей и окружающей среды уже на стадии разработки новых продуктов, материалов, процессов и систем. Концепция Green Engineering основывается на принципах, которые в самом общем смысле нацелены на разработку материалов и процессов таким образом, чтобы они могли быть использованы в качестве сырья для промышленных процессов. Это достигается путем пересмотра и усовершенствования продукта с тем, чтобы повысить его перерабатываемость в различных масштабах (Anastas & Zimmerman, 2003).

Концепция Green Engineering включает 12 принципов:

Принцип 1: Разработчики продуктов прилагают максимум усилий, чтобы все материалы и энергия на входе и выходе производства, были по своей природе как можно менее опасными.

Принцип 2: Лучше предотвращение образования отходов, чем очистка и управление отходами после их появления.

Принцип 3: Операции разделения и очистки должны быть продуманы с тем, чтобы минимизировать затраты энергии и материалов на эти процессы.

Принцип 4: Продукты, процессы и системы должны создаваться с максимальной эффективностью в отношении массы, энергии, места и времени.

Принцип 5: Продукты, процессы и системы должны быть спланированы относительно использования энергии и материалов с учетом в первую очередь ситуации «на выходе» (производственного процесса) нежели «на входе».

Принцип 6: Предполагаемая энтропия и сложность должны рассматриваться как инвестиция при принятии решений относительно рециклинга, переработки или выгодного размещения.

Принцип 7: Целью являются долговечные, а не вечные продукты.

Принцип 8: Необязательные улучшения (напр., «один размер для всех») должны рассматриваться как недостаток.

Принцип 9: Количество компонентов в многокомпонентных материалах и продуктах должно быть минимизировано с тем, чтобы обеспечить возможность переработки и сохранения ценности материала.

Принцип 10: Разработка продуктов, процессов и систем должна включать интеграцию и взаимосвязь с доступными энергетическими и материальными потоками.

Принцип 11: Продукты, процессы и системы должны разрабатываться с учетом коммерциализации после окончания использования.

Принцип 12: Выбор применяемых материалов и источников энергии должен быть в пользу возобновляемых ресурсов.

9.2.4. Концепция Cradle-to-Cradle

Традиционная концепция потребления нашла отражение в использовании термина Cradle-to-Grave (C2G) — дословно «от колыбели до могилы» — которым описывается линейный, однонаправленный поток материалов в процессе их последовательного превращения из сырьевых ресурсов в отходы, которые требуют складирования. Новая концепция Cradle-to-Cradle (C2C) — соответственно, «от колыбели до колыбели» — сосредоточена на разработке промышленных систем, в которых материальные потоки вовлечены в замкнутые, циклические процессы; это значит, что образование собственно отходов минимизировано, так как побочные продукты производства перерабатываются и вторично используются (рисунок 9.1). Концепция С2С предполагает не просто поиск решения уже существующих проблем, а рассмотрение источников этих проблем и соответствующую переформулировку решаемых задач (McDonough et al., 2003).

Концепция использования отходов в качестве сырья для различных процессов объединяет самые разные подходы к управлению отходами, в частности, концепции Recycling («переработка») и Industrial Symbiosis («промышленный симбиоз»). В природных экосистемах питательные вещества циркулируют внутри замкнутой цепи питания; производимые одним организмом отходы перерабатываются или используются другими организмами. Этот процесс называют биологическим метаболизмом экосистемы. По аналогии, современные инновации в планировании и проектировании могут быть направлены на создание «технического метаболизма» — циклического обмена продуктами, товарами и услугами в производственном процессе, который позволит эффективно применить доступные отходы подобно тому, как это происходит в биологических системах (Davidson, 2011).

В идеале, целью концепции С2С является именно технический метаболизм, который можно охарактеризовать как циклическую систему, где

ресурсы проходят циклы производства, использования, восстановления и повторного использования (McDonough et al., 2003). Наиболее значительные возможности доступны в этой сфере для производителей техники (Kumar, 2008):

Remanufacturing («обновление», «восстановление», «улучшение»): восстановление продукта до исходного состояния путем ремонта и замены частей.

Reuse («повторное использование»): использование подходящих частей от утилизированных конструкций.

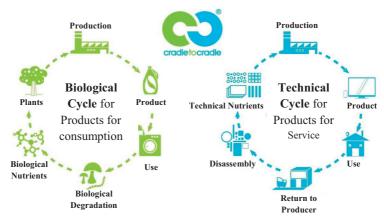


Рис. 9.1. Концепция Cradle-to-Cradle (источник: www.wakeup-world.com)

На обновление влияют три фактора: экология, законодательство и экономика (Атехиціта et al., 1995). Сегодня все больше компаний внедряют подобные стратегии в связи с огромной ценностью, которую можно извлечь из больших объемов использованной продукции, конструкций и деталей. При проектировании и адаптации продукта к процессу обновления можно использовать различные стратегии. Например, подлежащая утилизации техника и детали (камеры, мобильные телефоны, печатные станки, шины грузовиков, детали и узлы автомобилей и самолетов, копировальные аппараты, картриджи с краской) могут быть восстановлены и заново проданы (либо сданы в аренду) пользователям. В США обновление практикуется в автомобильной и автошинной индустрии, в авиационно-космической промышленности; в качестве примера можно назвать также крупных производителей техники и электроники, таких как Коdak (фотокамеры) и Хегох (копировальные и печатные картриджи).

Сторонники обновления указывают на то, что ценность товара, приобретенная при его изготовлении, сохраняется, а заменяются только отработанные части. Себестоимость обновленных товаров на 40-60% ниже, чем у новых, так как большинство материалов уже присутствуют в своей конечной форме и лишь часть из них вовлечены в процессы обработки и изготовления. Авторы работы Giuntini and Gaudette (2003) под названием «Remanufacturing: The Next Great Opportunity for Boosting US Productivity» («Обновленные товары: новая потрясающая возможность повысить продуктивность в США») приводят данные о том, что в процессе обновления экономится 85% энергии от того объема, который требуется для производства товара с нуля. Обновленные товары проходят такой же строгий контроль качества, что и новые (заявляемое качество указывается производителем в формулировке «как новый»), при этом потребители выигрывают по причине сниженной цены порядка 30-40%. Что же касается процесса повторного использования, он разрушает готовые изделия и превращает их в материалы, которые подлежат вторичной промышленной обработке и служат для изготовления товаров с нуля. С экологической точки зрения, обновление дает значительные преимущества, в том числе экономию ресурсов, энергии и снижение объемов производимых отходов.

9.2.5. Концепции Industrial Symbiosis и Industrial Ecology

Концепция Industrial ecology (IE) («промышленная экология») определяется в Graedel and Allenby (2010) как «подход к разработке промышленных продуктов и процессов, предполагающий двоякую оценку с точки зрения конкурентоспособности продукта и его экологичности». Концепция IE, подобно подходу «эко-эффективности» («есо-efficiency»), изучает экономические и экологические аспекты деятельности и процессов, но при этом ориентируется главным образом на инженерную сторону, касающуюся переработки, интеграции, и адаптации технологии для повышения ее стабильности подобно тому, как это делается в схемах С2С. Подход IE имеет некоторые специализированные инструменты и методики, которые можно использовать в управлении отходами, особенно с развитием эко-промышленных парков в рамках промышленного симбиоза (Davidson, 2011).

Эко-промышленный парк представляет собой сеть компаний, которые сотрудничают друг с другом с целью улучшить экономические и экологические показатели для минимизации использования энергии и сырья путем планомерного обмена материалами и энергией (Côté, 1998). Сеть физических процессов и взаимоотношений между компаниями,

которая позволяет превращать сырье и энергию в готовые продукты и отходы, известна как «промышленный метаболизм».

Концепция Industrial symbiosis (IS) («промышленный симбиоз») описывает отношения между двумя или более фирмами, когда одна из фирм использует побочные продукты другой (Graedel and Allenby, 2010). Chertow (2007) определяет IS как требующую минимум трех отдельных организаций, обменивающихся по крайней мере двумя различными ресурсами. Это определение значительно отличается в том отношении, что оно не признает односторонний линейный обмен в качестве IS.

Промышленный метаболизм подражает биологическим системам, так как в рамках этого подхода промышленные фирмы используют в производстве побочные продукты друг друга, которые в противном случае были бы просто выброшены как мусор. В результате такого вторичного использования появляются замкнутые циклические системы, которые производят меньше отходов и требуют меньше природных ресурсов и энергии. Существует пять различных категорий промышленного симбиоза (таблица 9.2), которые классифицируются в соответствии с пространственным масштабом отношений между фирмами или природой продуктов, которыми они обмениваются (Chertow, 1998; Graedel and Allenby, 2010).

. Таблица 9.2. Пять категорий промышленного симбиоза (Davidson, 2011)

Категория 1	Обмен отходами: материалы продаются или передаются безвозмездно для переработки другой фирме. Такой обмен является незапланированным, поэтому не рассматривается как пример истинного IS	
Категория 2	Включает обмен материалами внутри одного объекта, фирмы или организации, но между разными процессами	
Категория 3	Близко расположенные фирмы в определенной промышленной области обмениваются материалами и ресурсами	
Категория 4	Фирмы, находящиеся в относительной близости друг к другу для обмена материалами и ресурсами	
Категория 5	Фирмы, существующие на территории крупного региона, обмениваются материалами и ресурсами (в настоящее время не существует примеров успешной реализации ПС 5)	

9.3. Системы экологического менеджмента

Система управления отходами или система экологического менеджмента (Environmental management system, EMS) — это процедура управления и контроля в отношении воздействия предприятия на окру-

жающую среду. Она содержит следующие формальные характеристики систем управления:

- цикл PDCA (Plan-Do-Check-Act), дословно «планирование-действие-проверка-корректировка»;
 - непрерывное улучшение;
 - инструкции.

Система управления отходами включает в себя создание экологической политики, которая имеет цели и задачи, программу внедрения, мониторинг эффективности, коррекцию проблем и экспертизу системы. Также в системе управления отходами должны быть указаны основные ресурсы и лица, ответственные за разработку и реализацию экологической политики. Системы экологического менеджмента формализованы в стандарте ISO 14000 и в предписании EMAS.



9.3.1. Система EMAS

EMAS (Eco Management and Audit Scheme, Схема экоаудита и экоменеджмента) — это система добровольной сертификации в области экологического менеджмента, существующая с 1995 года, которая в настоящий момент является наиболее авторитетной и надежной системой управления отходами в Европе. Сертификат EMAS могут получить государственные и частные организации, осуществляющие деятельность во всех областях экономики, как в Европейском Союзе, так и за его пределами.

Чтобы получить регистрацию EMAS, организация должна выполнить следующие шаги:

- 1. Провести экологическую экспертизу касаемо всех экологических аспектов деятельности организации, производимых ею продуктов и оказываемых услуг, методов их оценки, соответствующей законодательной и нормативной базы, текущей практики и процедур экологического менеджмента.
- 2. Принять экологическую политику, содержащую согласие выполнять все применимые требования экологического законодательства и осуществлять непрерывное совершенствование экологической деятельности.

- 3. Составить *экологическую программу* с указанием конкретных экологических целей и задач. Экологическая программа инструмент, помогающий организации в ежедневной работе при планировании и внедрении улучшений.
- 4. На основе результатов экспертизы, внедрить эффективную систему экологического менеджмента (EMS) с целью реализации экологической политики и непрерывного улучшения экологической деятельности. Система менеджмента включает в себя обязанности, средства достижения целей, процедуры, обучение, мониторинг и систему коммуникации.
- 5. Провести *экологический аудит* для оценки, в частности, системы менеджмента на месте и соответствие политике организации и программе, а также применимым нормативным требованиям.
- 6. Предоставить *официальный экологический отчет* о своей экологической деятельности с изложением результатов, достигнутых в отношении экологических целей и планируемых мероприятий с целью непрерывного улучшения экологической деятельности.
- 7. Экологическая экспертиза, система экологического менеджмента, процедура аудита и экологический отчет должны быть заверены аккредитованным экологическим верификатором. Заверенный отчет необходимо прислать в официальное представительство EMAS для регистрации и опубликовать в открытом доступе. После этого организация может использовать логоти EMAS.

При разработке документов EMAS необходимо учитывать Отраслевые справочники (Sectoral Reference documents, SRDs), разработанные для отдельных отраслей. Справочная информация касается:

- лучших практик экологического менеджмента (ВЕМР);
- показателей экологической деятельности для конкретных отраслей;
- эталонные показатели и системы рейтинга экологической деятельности.

9.3.2. Стандарт ISO 14001

Стандарт ISO 14001 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» входит в серию стандартов ISO 14000, которая определяет требования к системам экологического менеджмента. Системы EMAS и ISO/EN ISO 14001 имеют одну и ту же цель: обеспечить хороший экологический менеджмент. Однако требования EMAS выше, чем требования ISO 14001. Основные различия между этими двумя системами описаны в таблице 9.3.

Таблица 9.3. Основные различия между EMAS и ISO 14001 (источник: EMAS — Factsheet, 2011)

	EMAS	ISO/EN ISO 14001		
	Основные аспекть	I		
Правовой статус	Предписание Евросоюза № 1221/2009	Международный коммерческий стандарт в рамках частного права		
Участие	Добровольное	Добровольное		
Географические рамки	Глобальный	Глобальный		
Цель и задачи	Непрерывное улучшение экологической деятельности организации	Непрерывное улучшение си- стемы экологического менед- жмента		
	Планирование			
Экологические аспекты	Всесторонний первичный экологический обзор текущего состояния деятельности, продукции и услуг	Требуется только процедура идентификации экологических аспектов Первичный обзор рекомендуется, но не является обязательным		
Соблюдение правовых норм	Требуется подтверждение полного соблюдения правовых норм	Требуется только согласие соответствовать применимым правовым требованиям Нет аудита соответствия		
Привлечение работников	Активное привлечение работни- ков и их представителей	Не требуется (обе системы ISO 14001 и EMAS предполагают обучение сотрудников)		
Поставщики и подрядчики	Требуется влияние на поставщи- ков и подрядчиков	Поставщики и подрядчики уведомляются о необходимых процедурах		
Внешние связи	Обязателен открытый диалог с внешними заинтересованными сторонами Обязательна внешняя отчетность в виде регулярно публикуемого экологического отчета	Не обязателен диалог с внешними заинтересованными сторонами Не обязательна внешняя отчетность		
Контроль				
Внутренний экологический аудит	Аудит системы экологического менеджмента Аудит деятельности для оценки экологических мероприятий Аудит соответствия	Аудит системы экологического менеджмента только на соответствие требованиям стандарта		

	EMAS	ISO/EN ISO 14001
Верификатор/ Аудитор	Экологические верификаторы аккредитованы/лицензированы и находятся под надзором государственных органов Обязательна независимость экологического верификатора	Сертификационные органы аккредитованы национальным аккредитационным органом Независимость аудитора рекомендуется
Аудит	Инспекция документов и по- сещение предприятий согласно предписанию Проверка улучшения экологиче- ской деятельности Данные экологического отчета должны быть верифицированы	В стандарте нет правил сертификации (есть другие стандарты по аудиту и сертификации) Проверка деятельности системы экологического менеджмента, но не указывается обязательная периодичность
Облегченные условия для малых и средних предприятий	Период верификации увеличивается от 3 до 4 лет Обновляемый экологический отчет должен быть верифицирован только каждые 2 года (вместо ежегодного обновления) Экологический верификатор учитывает индивидуальные характеристики предприятия	Нет облегченных условий
Официальная регистрация	Каждая организация регистри- руется в публично доступном реестре Каждая зарегистрированная организация получает регистра- ционный номер	Нет официальной регистрации
Логотип	Есть	Нет

В 1996 году Еврокомиссия признала, что ISO 14001 может стать переходным этапом к EMAS. Принятие ISO 14001 в качестве элемента системы менеджмента EMAS позволяет организации легко перейти от ISO 14001 к EMAS без дополнительных усилий. Дополнительные шаги по регистрации EMAS будут следующими:

- 1. Первичная экологическая экспертиза;
- 2. Экологический отчет;
- 3. Независимая проверка экологического отчета и экологической деятельности.

9.4. Инструменты управления отходами

9.4.1. Концепция управления промышленными отходами

Концепция управления отходами (Waste management concept, WMC) представляет собой описание ожидаемых объемов отходов от деятельности завода и мероприятий компании по их предотвращению, переработке и складированию. По данным Austrian legal regulations company, любая компания в Австрии должна разработать концепцию управления отходами если:

- в компании более 20 сотрудников;
- (новая) компания или завод подает заявку на лицензирование (независимо от размера компании);
- компания подает заявку на управление добывающим предприятием (независимо от размера компании).

Цели WMC:

- экспертиза потоков и запасов отходов в компании;
- деятельность по предотвращению и повторному потенциальному использованию отходов:
 - соответствие правовым актам;
 - повышение эффективности;
- организация управления отходами в компании (назначение ответственного лица, называемого менеджером по обращению с отходами, «Waste Manager»);
 - база данных для властей.

Концепция должна обновляться каждые 7 лет, а также в случае значительных изменений объектов предприятия или значительного изменения объемов производимых отходов или их типов. Концепция является неофициальным документом, который в обязательном порядке включает следующие пункты:

- 1. Общая информация о предприятии.
- 2. Описание процессов: описание процессов и компонентов завода, имеющих отношение к управлению отходами в компании. Включает в себя анализ ситуации на входе и на выходе каждого функционального компонента завода с перечислением используемых материалов и продуктов, процессов, стадий, конечных продуктов, объемов и типов произволимых отхолов.
- 3. *Описание отмодов:* описание видов и объемов отходов, производимых на территории завода; внутренняя логистика отходов (разделение, хранение, обработка и т. д.); описание качественных и количественных мер по предотвращению и переработке отходов.

- 4. *Организационные меры:* описание управленческих мер, направленных на улучшение соответствия существующим нормам в области обращения с отходами, например, получение разрешений на коммерческие объекты управления отходами.
- 5. Оценка будущего развития: определение желаемых и планируемых будущих мер по предотвращению и переработке отходов (например, организация точек сбора, введение раздельного сбора отходов, возобновляемые схемы вместо однонаправленных, и др.); ожидаемые изменения в производственном процессе и их влияние на управление отходами.

Развитие WMC дает следующие серьезные преимущества:

- повышается осведомленность об экологически значимых процессах в компании;
- образование отходов на заводах становится прозрачным, источники отходов определены;
- сбор информации об используемых материалах и производимых продуктах позволяет установить состав отходов;
 - повышается ответственность производителя за состав продуктов;
 - контроль раздельного сбора отходов;
 - планирование внутренних объектов переработки;
 - оптимизация хранения и транспортировки;
- осведомленность о расходах на размещение отходов, ответственность производителя отходов за подобные расходы;
 - замена опасных или затратных потоков отходов.

9.4.2. Инструмент Eco-mapping

Техника Eco-mapping представляет собой свободный простой визуальный инструмент анализа и управления экологической деятельностью для малых предприятий и организаций. Дословно «тар» означает «карта», так что «есо-mapping» - это составление экологической карты объектов предприятия, например, торгового этажа, цеха, офиса, общественного центра с целью составить представление о текущей экологической ситуации на предприятии. Экологическая карта («есо-тар») описывает картину экологических проблем на предприятии (их называют «hot spots» — «горячие точки») в простой графической форме.

Инструмент Eco-mapping может использоваться в качестве отправного пункта в экологическом менеджменте, т. е. в первичной экологической экспертизе (например, для сертификата EMAS). Инструмент EMAS Easy на основе технологии Eco-mapping специально разработан для малых и средних предприятий, которые желают внедрить систему экологического менеджмента. Такая экологическая карта составляется

пропорционально размерам, финансовому потенциалу и уровню организационной культуры малого бизнеса.

Инструмент Eco-тарріпд имеет несколько функций:

- инвентаризация экологических практик и проблем;
- системный метод экологической экспертизы и аудита;
- инструмент, позволяющий привлечение и участие сотрудников;
- поддержка для обучения и осведомления, для внутренних и внешних коммуникаций;
- простой способ документировать и отслеживать экологические улучшения;
- каталог малых полезных мероприятий, доступных для внедрения в данный момент.

Инструмент Eco-mapping очень прост в использовании и требует только возможности нарисовать относительно простую карту. Подготовка карт начинается с создания вида объекта сверху (спутниковое изображение), включая автомобильные парковки, области доступа, дороги и окружающую среду (2 экземпляра). Также необходимо выполнить контур в масштабе, показывающий внутреннее пространство (6 экземпляров). Эти 8 карт составят основу для будущей работы. Для указания проблемных мест используются специальные символы, например, пунктирные линии — для небольших, а круги — для более крупных проблем.

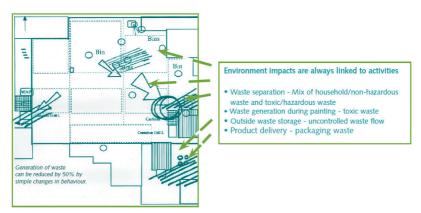


Рис. 9.2. Пример экологической карты отходов (источник: www.ecomapping.org)

Разработка экологической карты включает 10 шагов:

- карта ситуации в городе (ближайшая местность, дороги и транспортное движение, отраслевые экологические рекомендации, лицензии и т. д.);

- входящие материальные потоки (сырье, энергия, вспомогательные продукты, упаковка);
- голосование работников, так называемая «погодная» карта («weather» map) (мнение сотрудников о том, где требуются экологические усовершенствования);
- экологическая карта воды (места потребления, утечки, вредные жидкости, методы уборки, очистное оборудование, счета за воду, разрешение на выбросы сточных вод, план канализационной системы и др.);
- экологическая карта почвы и хранилищ (состояние хранилищ, контейнеры, особенно с опасными веществами, инциденты, связанные с утечкой, непроницаемость почвы и др.);
- экологическая карта воздуха, запахов, шумов и пыли (основные места выбросов, фильтрация и система снижения шума, измерение атмосферных загрязнений, отчеты и др.);
- экологическая карта энергии (типы и использование энергии, изоляция, энергоемкое оборудование, энергетическая эффективность);
- экологическая карта отходов (категории отходов, внутренний уровень переработки отходов, превентивные меры и др.);
 - экологическая карта рисков (место с риском аварий и загрязнений);
- экологическая информационная система (на основе собранной информации).

Каждый из шагов требует следующих действий:

- 1. Выявление и нанесение на карту соответствующего оборудования, место значительного потребления, очистных систем и др.
- 2. Оценка состояния оборудования, рабочих процедур, частоты проблем и нарушений.
- 3. Сбор релевантной информации: сертификаты обслуживания, стандарты и нормы выбросов, счета, разрешения, отчеты об измерениях, отчеты об авариях.
- 4. Предоставление показателей и отчетов: объем летучих загрязнителей (в литрах), энергопотребление (в киловатт-часах), частота осмотра и обслуживания, результаты измерения (например, ${\rm CO_2}$, ${\rm NOx, SOx}$), затраты и налоги на выбросы (в евро) и др.

Предполагается, что на каждую карту требуется менее одного часа работы, а для внедрения готового инструмента сроком на год (рекомендуется) достаточно двух дней.

Инструмент Eco-mapping является бесплатным и доступен по адресу www.ecomapping.org.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории России находится 1/4 всех мировых запасов древесины. По данным за 2015 год общая лесная площадь превысила 885 млн га, что составляет 45 % всей площади страны. Лесной комплекс Российской Федерации, включающий в свой состав лесное хозяйство и лесопромышленные отрасли по заготовке и переработке древесины, занимает важное место в экономике страны. На долю лесопромышленного комплекса приходится 1,2% ВВП России, 4% выпуска промышленной продукции, более 4% валютной выручки от экспорта.

Развитие деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности связано с увеличением ресурсопотребления и ростом отходов производства, что создает реальную угрозу окружающей природной среде и здоровью людей. Традиционные промышленные технологии переработки древесины малопроизводительны, ориентированы на получение ограниченного ассортимента продукции и наносят вред окружающей среде.

Одна из проблем, стоящих перед деревообрабатывающей промышленностью — это сокращение потерь древесного сырья в процессе переработки. Основным направлением решения в данной области является полная переработка древесины, а также расширение использования и переработки древесных отходов в качестве заменителей деловой древесины, позволяющее достичь ощутимого экологического эффекта, заключающегося в сокращении вырубаемых лесных площадей и сохранении природной среды. Основные мировые тенденции развития научных и технологических исследований переработки древесины связаны с разработкой новых методов и принципов комплексного использования всех ее основных компонентов.

Повышение эффективности использования всей биомассы растения, требует переориентации всего комплекса на ресурсосберегающие технологии. Этот переход возможен только на основе использования новейших достижений науки и техники, внедрения наилучших доступных технологий, расширения объемов использования вторичных ресурсов и отходов производства. Использование отходов предполагает решение не только экологических проблем, но и позволяет решать экономические вопросы.

Учебное пособие входит в серию «Комплексное устойчивое управление отходами», состоящую из 5 книг, посвященных проблемам управления отходами в 5 отраслевых комплексах:

- 1. Комплексное устойчивое управление отходами. Горнодобывающая промышленность.
- 2. Комплексное устойчивое управление отходами. Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность.
- 3. Комплексное устойчивое управление отходами. Металлургическая промышленность.
- 4. Комплексное устойчивое управление отходами. Химическая и нефтехимическая промышленность.
- 5. Комплексное устойчивое управление отходами. Жилищно-коммунальное хозяйство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1. Основы Лесного законодательства Российской Федерации от 6 марта 1993, № 4613-1 // Ведомости съезда народных депутатов Российской Федерации и Верховного Совета Российской Федерации. 15 апреля 1993г. №15. Ст.523.
- 2. Лесной кодекс Российской Федерации от 29 января 1997 № 22 Ф3 // Собрание Законодательства РФ. 1997. № 5. Ст. 610.
- 3. Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 № 200 Ф3 // Собрание Законодательства РФ. 2006. № 50. Ст. 5278.
- 4. Петров В.Н Концептуальные основы лесной политики http://old. forest.ru
- Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200 ФЗ (ред. от 21.07.2014).
- 6. Боголюбов С.А. Экологическое право: Учебник для вузов М.: Изд-во НОРМА, 2004.
- 7. Васильева М.И. Правовое регулирование лесных отношений в новом лесном кодексе РФ // Журнал российского права. -2007. № 1.
- 8. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-Ф3 «Об охране окружающей среды» (ред. от 13.07.2015).
- 9. Пуряева А.Ю., Пуряев А.С. Лесное право: Учебное пособие Издво Деловой двор, 2009.-406 с.
 - 10. Конституция РФ http://www.constitution.ru
- 11. Пуряева А.Ю. Комментарий к Лесному кодексу РФ (постатейный). М.: ЗАО «Юстицинформ», 2007
- 12. Государственная программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013 2020 годы.
- 13. Стратегия развития лесного комплекса Российской федерации на период до 2020 года. http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=99108
 - 14. Официальный сайт МПР http://www.mnr.gov.ru
- 15. Федеральный закон от 28.12.2013 N415 (ред. от 21.07.2014) «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и Кодекс Российской Федерации об административных нарушениях».
- 16. Федеральное агентство лесного хозяйства, реализация 415-Ф3. http://www.rosleshoz.gov.ru/fz415/presentation/

- 17. ФЗ 415, Семинар-совещание по проблемам реализации 415-ФЗ, Департамент лесного хозяйства по Уральскому федеральному округу WOOD.RU, 29/12/14 07:50.
 - 18. Реализация 415-Ф3, http://leskom.nov.ru/415-FZ
- 19. Федеральный закон от 29.06 2015 № 206-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования регулирования лесных отношений».
- 20. Directive 2008/98/EC of the European Parliamentandof the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Директива 2008/98/EC Европейского Парламента и Советаот 19 ноября 2008 года «Об отходах, отменяющей некоторые директивы» -ABI.L 312 от 22.11.2008, S 3.
- 21. Пинаев В.Е., Чернышев Д.А. Регулирование деятельности по обращению с отходами опыт Европейского Союза // Интернет журнал «Науковедение» июль-август 2014. №4 (23).
- 22. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. //Региональное энергетическое партнерство СПб, 2005. 75 с.
- 23. Сближение с политикой ЕС по отходам Краткий путеводитель для стран-партнеров по Европейской политике добрососедства, и России. Путеводитель по политике: политика по отходам. Берлин, 2008. C. 24 URL: http://ec.europa.eu/environment/enlarg/pdf/pubs/waste_ru.pdf.
- 24. Бегак М. Проект «Внедрение результатов мониторинга окружающей среды в экономические процессы в Российской Федерации», Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН
- 25. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control Official Journal L 257 , $10/10/1996\ P.\ 0026-0040.$
- 26. Заключительный отчет. Блок -1 Анализ пробелов в законодательстве, Национальная стратегия гармонизации экологического законодательства Гармонизация российского законодательства с законодательством ЕС в целях внедрения в России НДТ для достижения инновационной экологической и энергетической эффективности. Москва, 2009.-161 с.
- 27. А. Нойбауэр. Путеводитель по политике: Европейский подход к борьбе с промышленными загрязнениями: Интегрированное Предотвращение Загрязнения и Контроль, 2007, стр 26.

28. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) Text with EEA relevance Official Journal of the European Union, OJ L 334, 17.12.2010, p. 17–119

prevention and control).

- 29. Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC Text with EEA relevance Official Journal of the European Union OJ L 197, 24.7.2012, p. 1–37
- 30. Е.В. Кловач,. Европейское законодательство по промышленной безопасности. Директива Севезо III. Безопасность Труда в Промышленности No 2-20146 стр 34-37. URL http://riskprom.ru/_ld/3/365_BTP_SevezoIII 0.pdf
- 31. Круглов В.В., Законодательство европейского сообщества в сфере охраны окружающей среды в промышленности. Экологическое право, 2005, N 2 URL http://www.center-bereg.ru/i1924.html
- 32. ДИРЕКТИВА 2012/18/ЕС ЕВРОПЕЙСКОГО ПАРЛАМЕНТА И COBETA. 24.7.2012 RU Официальный вестник Европейского Союза L 197/1 http://euroeastcp.eu/assets/files/Publications/SevesoIII_Directive_RUS.pdf
- 33. Die Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz, regelt die Verwertung (stofflich und energetisch) und die Beseitigung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland. Предписание о требованиях к восстановлению и утилизации отходов древесины, регулирует утилизацию (материалов и энергии) и утилизацию отходов древесины в Федеративной Республике Германия. https://de.wikipedia.org/wiki/Altholzverordnung

- 1. Цыгарова, М. В. Комплексное использование древесины [Электронный ресурс] : учебное пособие : самост. учеб. электрон. изд. / М. В. Цыгарова ; Сыкт. лесн. ин-т. Электрон. дан. Сыктывкар: СЛИ, 2015. 125 с.
- 2. Никишов В. Д. Комплексное использование древесины: Учебник для вузов / В. Д. Никишов. М.: Лесн. Пром-сть, 1985 264 с.
- 3. ГОСТ 56070-2014 «Отходы древесные. Технические условия» http://vsegost.com/Catalog/57/57606.shtml
- 4. ГОСТ 17462-84 «Продукция лесозаготовительной промышленности. Термины и определения» http://vsegost.com/Catalog/20/20866.shtml

- 5. ГОСТ Р 54098-2010. Ресурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения. http://docs.cntd.ru/document/gost-r-54098-2010
- 6. Бобович Б.Б. Переработка промышленных отходов: Учебник для вузов / Б. Б. Бобович. М.: «СП ИНТЕРМЕТ ИНЖИРИНГ», 1999 446 с.
- 7. Основы деревообработки: учебное пособие / сост. О.А. Лявданская, В.А. Любчич, Г.Т. Бастаева и др. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011.-274 с.
- 8. Фридман И.М. Деревообработка: практическое руководство СПб.: ПрофиКС, 2006. $543 \, \mathrm{c}$.
- 9. О.Н. Курило, Ю.В. Куликова, Е.С. Ширинкина, Я.И. Вайсман. Анализ технологических аспектов образования отходов на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности / Вестник ПНИПУ. Урбанистика. Управление бытовыми и промышленными отходами, 2013. № 4 стр. 97-108.
- 10. Михайлов Г.М., Серов Н.А. Пути улучшения использования вторичного древесного сырья М.: Лесная промышленность, 1988. 224 с.
- 11. Коротаев Э.И., Симонов В.И. Производство строительных материалов из древесных отходов М, Лесная промышленность, 1972, 144 с.
- 12. Отходы в деревообрабатывающей промышленности. http://www.znaytovar.ru/new2508.html
- 13. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. В трех томах. Том 1. Част 2. СПб.: ЛТА, 2005. 633 с.
- 14. Т. Ф. Личутина, К. Г. Боголицын, М. А. Гусакова Экологическая оценка деятельности предприятий целлюлозно-бумажной промышленности. Перспективные направления утилизации отходов / Российский химический журнал (Российского химического общества им. Д.И. Менделеева), 2011. № 1 стр. 101-107.

- 1. Коротаев Э.И., Симонов В.И. Производство строительных материалов из древесных отходов М, Лесная промышленность, 1972, 144 с.
- 2. В.М. Никитин, А.В. Оболенская, В.П. Щеголев Химия древесины и целлюлозы, М, Лесная промышленность, 1978, 368 с.
- 3.Перелыгин Л.И. Древесноведение. М., Лесная промышленность, 1969.
 - 4. З.А. Роговин. Химия целлюлозы, М., Химия, 1972, 171 с.
- 5. Мельникова Л.В. Технология композиционных материалов из древесины. М.: Изд-во МГУЛ, 2007. 234 с.

- 6. Фридман И.М. Деревообработка: практическое руководство СПб.: ПрофиКС, 2006. 543 с.
- 7. ГОСТ 56070-2014 «Отходы древесные. Технические условия» http://vsegost.com/Catalog/57/57606.shtml
 - 8. Строительные материалы из древесных отходов. http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-99-drevesina/7.htm
- 9. Леонтьев Н. Л. Влияние влажности на физико-механические свойства древесины. Гослесбумиздат, 1962. 114 с.
- 10. Свойства древесных отходов. Материалы международной научной конференции «Технологические науки в России и за рубежом». М, 2011. с. 68-71.
- 11. Использование древесных отходов деревообрабатывающих производств/ Первый лесопромышленный портал http://www.wood.ru/ru/ ddispoth.html
- 12. Основы деревообработки: учебное пособие / сост. О.А. Лявданская, В.А. Любчич, Г.Т. Бастаева и др. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011.-274 с.
- 13. Снижение негативного воздействия короотвала целлюлозно-бумажного предприятия на окружающую среду путем использования кородревесных отходов длительного срока хранения / О. Н. Курило, Е. С. Ширинкина, Я. И. Вайсман // Экология и промышленность России. ЭКиП. М., 2015. Т. 19, № 1. С. 45-49.
- 14. Цыгарова, М. В. Комплексное использование древесины [Электронный ресурс]: учебное пособие: самост. учеб. электрон. изд. / М. В. Цыгарова; Сыкт. лесн. ин-т. Электрон. дан. Сыктывкар: СЛИ, 2015. 125 с.
- 15. Анализ технологических аспектов образования отходов на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности / О.Н. Курило, Ю.В. Куликова, Е. С. Ширинкина, Я.И. Вайсман // Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Управление промышленными и бытовыми отходами. Ноябрь 2013г., с. 97-108.

- 1. Berkhout F. and Howes R. (1997): The adoption of life-cycle approaches by industry: Patterns and impacts, Resources, Conservation and Recycling, 20 (2), pp. 71-94.
- 2. Bernstad A. and la Cour Jansen J.(2011):A life cycle approach to the management of household пищевые отходы A Swedish full-scale case study. Отходы Management 31 (2011) 1879—1896.

- 3. Bringezu S. (2003): Industrial ecology and material flow analysis. Basic concepts, policy relevance and some case studies.http://www.greenleaf-publishing.com/content/pdfs/iebring.pdf
- 4. Brunner P. H.; Rechberger, H. (2004): Practical Handbook of Material Flow Analysis, CRC Press
- 5. Christensen T., Bhander G.,Lindvall H., Larsen A., Fruergaard T., Damgaard A., Manfredi S., Boldrin A., Riber C., Hauschild M. (2007:) Experience with the use of LCA-modelling (EASEOTXOДЫ) in отходы management.Отходы Manag Res.25(3):257-62.
- 6. Ciroth A., Huppes G., Klöpffer W., Rüdenauer I., Steen B., Swarr T. (2008): Environmental Life Cycle Costing.
- 7. Damgaard A. (2010): PhD Thesis. Implementation of life cycle assessment models in твердые отходы management. http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:89763/datastreams/file 6385415/content
- 8. European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability (2010): International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook General guide for Life Cycle Assessment Detailed guidance. http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAIL-online-12March2010.pdf
- 9. Frankl P., Rubik F. (1999): Life Cycle Assessment in Business and Industry Adoption patterns, applications and implications. ISBN 978-3-662-04127-7
- 10. Frankl. P. and Rubik F. (2000): "Life cycle assessment in industry and business", Springer, Heidelberg.
- 11. Fleischer G. (2002): Ökobilanz / Life Cycle Assessment 1. Life Cycle Inventory. Eigenverlag TU Berlin
- 12. Guinée J. (Ed.) (2004): Handbook on Life Cycle Assessment Operational Guide to the ISO Standards. http://www.isa.utl.pt/der/ASAmb/DocumentosAulas/Recipe/Handbook%20on%20Life%20Cycle%20 Assessment.pdf
- 13. ISO (2006a): Environmental management life cycle assessment principles and framework. ISO 14040. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- 14. ISO (2006b): Environmental management life cycle assessment requirements and guidelines. ISO 14044. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- 15. Hauschild M., Olsen S., Schmidt A. (2009a): General guidance document for Life Cycle Assessment (LCA), background document of the International Reference Life Cycle Data System (ILCD), draft for public consultation

- 16. Hauschild M.,Goedkoop M.,Guin e J.,Heijungs R.,Huijbregts M., Jolliet O.,Margni M., De Schryver A. (2009b): Analysis of existing Environmental Impact assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment (LCA).Background document of the International Reference Life Cycle Data System (ILCD), draft for public consultation.
- 17. Hauschild, M.,Goedkoop M.,Guinée J.,Heijungs R.,Huijbregts M., Jolliet O.,Margni M., De Schryver A. (2009c): Framework andrequirements for Life Cycle Impact Assessment (LCIA) models and indicators.Background document of the International Reference Life Cycle Data System(ILCD), draft for public consultation.
- 18. Hauschild M., Barlaz M. (2011): LCA in Отходы Management: Introduction to Principle and Method In Твердые Отходы Technology & Management. Edited by Thomas H. Christensen. Blackwell Publishing Ltd. ISBN: 978-1-405-17517-3.
- 19. Heiskanen E. (2002): The institutional logic of life cycle thinking, Journal of Cleaner Production, 10 (5), pp. 427-437.
- 20. Hendriks C., Obernosterer R., Müller D., Kytzia S., Baccini P., Brunner P. (2000): Material Flow Analysis: A tool to support environmental policy decision making. Case-studies on the city of Vienna and the Swiss lowlands. Local Environment, Vol.5, No.3, 311–328.
- 21. IPCC (2013): Myhre G.,.Shindell D., Bréon F.-M., Collins W., Fuglestvedt J., Huang J., Koch D., Lamarque J.-F., Lee D., Mendoza B., Nakajima T., Robock A., Stephens G., Takemura T. and Zhang H. (2013) "Anthropogenic and Natural Radiative Forcing". In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K.Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 22. JRC-IES (Joint Research Centre (European Commission), Institute for the Environment and Sustainability)(2010): International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook: General guide for Life Cycle Assessment detailed guidance (plus 6 supporting documents). Available at http://publications.jrc.ec.europa.eu
- 23. Lederer J. (2011):UGoS project on отходы management in Busia (Eastern Uganda). Blog http://eastern-uganda-environment.blogspot. co.at/2011/04/first-mfa-calculation.html
- 24. Norris G. (2001): Integrating life cycle cost analysis and LCA. The International Journal of Life Cycle Assessment Volume 6, Issue 2, pp 118-120

- 25. OECD (2008): Measuring material flows and resource productivity. The OECD Guide. http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/MFA-Guide.pdf
- 26. Tang J., Brunner P.H. (2013): Globalising MFA Decision Support for Отходы Management in Cities Based on the Software STAN, ISWA Guidelines and Reports, International ТвердыйОтходы Association (ISWA)
- 27. Udo de Haes, H.A. (ed.) (1996): Towards a methodology for life-cycle impact assessment. SETAC-Europe, Brussels, Belgium
- 28. Udo de Haes, H.A., Finnveden, G., Goedkoop, M., Hauschild, M., Hertwich, E., Hofstetter, P., Jolliet, O., Klopffer, W., Krewitt, W., Lindeijer, E., Jolliet, O., Mueller-Wenk, R., Olsen, S., Pennington, D., Potting, J. and Steen, B. (eds.) (2002): Life-cycle Impact Assessment: Striving towards best practice. SETAC Press, Pensacola, USA.
- 29. Udo De Haes H.A. and Wrisberg N. (1997): Life Cycle Assessment. State-of-the-Art and Research Priorities Результаты of LCANET, a Concerted Action in the Environmentand Climate Programme (DGXII). Eco-Informa Press.
- 30. UNEP/SETAC (2009): Guidelines for social life cycle assessment of products. UNEP/SETAC life cycle initiative
- 31. UNEP/SETAC (2015): Guidance on Organizational Life Cycle Assessment. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative.
- 32. Wenzel H., Hauschild M.Z., Alting L. (1997): Environmental assessment of products. Vol. 1 Methodology, tools, techniques and case studies in product development. Chapman and Hall, London, UK. Pensacola (FL): Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC).
- 33. Wenzel H, Hauschild M., Alting L. (2004): Environmental Assessment of Products. Vol. 1: Methodology, tools and case studies in product development. Kluwer Academic Publishers
- 34. White P.R, Franke M., Hindle P. (1995): Integrated ТвердыйОтходы Management A Life Cycle Inventory. Blackie Academic and Professional, London, UK.
- 35. Wu R., Yang D., Chen J. (2014):Social Life Cycle Assessment Revisited. Sustainability 6, 4200-4226
 - 36. Zero-Win project web-page (2013):
- 37. http://www.4980.timewarp.at/sat/ZeroWIN/wiki/index.php/Life_Cvcle Assessment %28LCA%29

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-Ф3 «Об охране окружающей среды» (ред. от 13.07.2015).

- 2. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы / Е.Б. Королева, О.Н. Жигилей, А.М. Кряжев, О.И. Сергиенко, Т.В. Сокорнова. СПб., 2011.-123 с.
- 3. Федеральный закон от 21.07.2014 N 219-Ф3 (ред. от 29.12.2014) «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» и принятых в 2014 г. в его исполнение нормативных актов.
- 4. Рынок целлюлозы и бумаги в России и странах СНГ / Материалы выступления председателя правления РАО «Бумпром» В. Чуйко на специализированной конференции в Вене. Статья журнала ЛесПромИнформ №2 (108) 2015. http://lesprominform.ru/jarchive/journals/itemshow/106
- 5. Пинаев В.Е., Чернышев Д.А. Регулирование деятельности по обращению с отходами опыт Европейского Союза // Интернет журнал «Науковедение» июль-август 2014. №4 (23).
- 6. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. //Региональное энергетическое партнерство СПб, 2005. 75 с.
- 7. Справочники по НДТ (BREF) / сайт Европейского бюро IPPC Институт перспективных технологических исследований http://eippcb. jrc.ec.europa.eu
- 8. Справочники по Наилучшим доступным технологиям. Т.В. Гусева/ Презентация с семинара НДТ: принципы, законодательство, практика http://ecoline.ru/bat-workshop-oct-2015/
- 9. Комплексный контроль и предотвращение загрязнений окружающей среды / Справочный документ по наилучшим доступным технологиям в целлюлозно-бумажной промышленности. Краткий обзор, 2001 стр.
 - 10 Приказ Росстандарта 01.08.2014 № 1236 «О создании ТК НДТ»
- 11. Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU) / Referenzdokument über die Besten Verfügbaren Techniken in der Zellstoff- und Papierindustrie

Zusammenfassung in deutscher Übersetzung, 2001.

- 12. Предварительный национальный стандарт 21-2014 «Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника». М.: Стандартинформ, 2014. 10 с.
- 13. Предварительный национальный стандарт 21-2014 «Наилучшие доступные технологии. Термины и определения». М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.
- 14. Предварительный национальный стандарт 21-2014 «Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий». М.: Стандартинформ, 2014. 17 с.

- 15. Распоряжение правительства РФ от 31.10.2014 № 2178 «Об утверждении поэтапного графика создания в 2015-2017 годах отраслевых справочников наилучших доступных технологий». Интернет-портал Российской газеты. 18.11.2014.
- 16. Постановление от 23 декабря 2014 № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям». http://pravo.gov.ru:8080/Document/View/0001201412260036
- 17. Распоряжение правительства РФ от 24.12.2014 № 2674-р (ред. от 07.07.2016) «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172794/

- 18. Бюро НДТ: функции и практика работы в Российской Федерации. М.В. Бегак/Презентация с семинара НДТ: принципы, законодательство, практика http://ecoline.ru/bat-workshop-oct-2015/
- 19. Законодательная база и справочная информация по наилучшим доступным технологиям. http://www.gost.ru/wps/portal/pages/directions?WCM GLOBAL CONTEXT=/gost/gostru/directions/ndt
- 20. Приказ от 17 июля 2015 г. № 827 «О технической рабочей группе «Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона»

http://docs.cntd.ru/document/420296994

- 21. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям / ИТС 1-2015. Производство целлюлозы, древесной массы, картона М.: Бюро НДТ, 2015
- 22. Наилучшие доступные технологии (НДТ). Справочный документ для производства целлюлозы, бумаги и картона. Директива о Промышленных Выбросах 2010/75/EC. (Комплексное предотвращение и контроль загрязнений) 2015 г. European Commission. Best Available Techniques Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board. 2015. P. 900.
- 23. Бегак М.В., Гусева Т.В., Боравская Т.В., и др. Наилучшие доступные технологии и комплексное экологические разрешения перспективы применения в России, ООО ЮрИнфоР-Пресс, Москва, 2010 г.
- 24. Гермер Э.И., Метэ А., Осташи Ж.-К. Типовые схемы отбелки с озоновой ступенью для разных целлюлоз. Сообщение 1. Преимущества озоновой отбелки. Потребность в типовых схемах и предпосылки к их созданию/ Журнал «Целлюлоза. Бумага. Картон», №7, 2015, с. 44-48
- 25. Способ отбелки целлюлозы / Патент № 2141016 http://ru-patent.info/21/40-44/2141016.html

- 1. Фридман И.М. Деревообработка: практическое руководство СПб.: ПрофиКС, 2006. 543 с.
- 2. Михайлов Г.М., Серов Н.А. Пути улучшения использования вторичного древесного сырья М.: Лесная промышленность, 1988. 224 с.
- 3. Бобович Б.Б. Переработка промышленных отходов. Учебник для вузов. М.: «СП Интернет Инжиринг», 1999. 445 с.
- 4. Мельникова Л.В. Технология композиционных материалов из древесины. М.: Изд-во МГУЛ, 2007. 234 с.
- 5. Использование древесных отходов в отопительной котельной ЖКХ // Биоэнергетика. -2009. -№ 4. -С. 60-62
- 6. Суханов С. В. Перспективы использования древесных отходов и дровяной древесины для выработки тепловой и электрической энергии / С. В. Суханов // ЛесПромИнновации. 2007. —№3.
 - 7. ГОСТ 26816-86 Плиты цементностружечные http://vsegost.com/Catalog/29/29001.shtml
- 8. ГОСТ 19222 Арболит и изделия из него http://vsegost.com/ Catalog/12/12896.shtml
- 9. Основы деревообработки: учебное пособие / сост. О.А. Лявданская, В.А. Любчич, Г.Т. Бастаева и др. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011.-274 с.
 - 10. ГОСТ 26816-86 Плиты цементностружечные http://vsegost.com/Catalog/29/29001.shtml
- 11. Голубев И.Г., Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю., Лопатников М.В. Рециклинг отходов в АПК: справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011.-296 с.
- 12. Основы деревообработки: учебное пособие / сост. О.А. Лявданская, В.А. Любчич, Г.Т. Бастаева и др. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011.-274 с.
 - 13. ГОСТ 8928-81 Плиты фибролитовые на портландцементе http://www.tehnorma.ru/gosttext/gost/gost_1431.htm
- 14. Дворкин Л.Н., Дворкин О.Л. Основы бетоноведения. М.: Стройбетон, 2006. 692 с.
- 15. Дворкин Л.Н., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности. Ростов-на —Дону: Феникс, 2007. 363 с.
- 16. Коротаев Э.И., Симонов В.И. Производство строительных материалов из древесных отходов М.: Лесная промышленность, 1972, 144 с.
- 17. Мельникова Л.В. Технология композиционных материалов из древесины. М.: Изд-во МГУЛ, 2007. 234 с.

- 18. Производство этилового спирта из опилок http://www.sergeyosetrov.narod.ru/Butanol/cellulose.htm
 - 19. ГОСТ 15815-83 Щепа технологическая. Технические условия. http://vsegost.com/Catalog/21/21168.shtml
- 20. Утилизация древесных отходов методом пиролиза. http://www.worldlingo.com/
- 21. Твердые промышленные и бытовые отходы /А.А. Дрейнер, А.Л. Сачков, К.С. Никольский, Ю.И. Маринин, А.В. Миронов. М.: 1997, 97 с.
- 22. Коробов В. В., Рушнов Н. П. Переработка низкокачественного сырья (проблемы безотходной технологии). М.: Экология, 1991.
- 23. Дайнеко И.П. Утилизация лигнинов: достижения, проблемы и перспективы /Химия растительного сырья. 2012. №1. С. 5-20.
 - 24. Новости о цементе http://www.rucem.ru/
 - 25. «ВЭБ Инжиниринг» http://vebeng.ru/
- 26. Ширинкина Е.С. Минимизация негативного воздействия кородревесных отходов целлюлозно-бумажной промышленности на окружающую среду /Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2014. № 2. С. 108-118.
- 27. Королева О.В., Федотова Т.В., Лукина Н.В., Тебенькова Д.Н., Воробьев Р.А. Использование биокаталитических процессов лигниноцеллюлозного действия для комплексной переработки отходов целлюлознобумажной промышленности. Фундаментальные и прикладные аспекты // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5.; http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10229

- 1. Михайлов Г.М., Серов Н.А. Пути улучшения использования вторичного древесного сырья М.: Лесная промышленность, 1988. 224 с.
- 2. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы / Е.Б. Королева, О.Н. Жигилей, А.М. Кряжев, О.И. Сергиенко, Т.В. Сокорнова. СПб., 2011.-123 с.
- 3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям / ИТС 1 2015. Производство целлюлозы, древесной массы, картона М.: Бюро НДТ, 2015
- 4. Кряжев А.М., Василев В.М., Захаров В.И., Шпаков Ф.В., Зарудская О.Л., Аввакумова А.В. Новые технические решения и поиск путей создания экологически безопасного производства беленых полуфабрикатов // ЦБК. 1993. № 4. С. 16—19.
- 5. Белик И.С., Пряхин Д.А. Методы учета трансакционных издержек при внедрении наилучших доступных технологий и природоохранных

мероприятий. / Экология и промышленность России, январь 2013. С. 44-46.

6. Пряхин Д.А., Белик И.С. Тансакционные экологические издержки //материалы 11-ой Междунар. конф. «Энергоэффективность экономики и экологическая безопасность: теория и практика», 2011.

К ГЛАВЕ 8

- 1. Ферару Г.С. Экологический менеджмент. Ростов-на-Дону: Феникс, $2012.-520\,\mathrm{c}.$
- 2. Трифонова Т.А., Селиванова Н.В., Ильина М.Е. Экологический менеджмент. М.: Академический проект, 2005.
- 3. ГОСТ ISO 9000-2011. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Стандартинформ, 2012.-28 с.
 - 4. ISO 9000. Related Terms: Quality Control; Total Quality Management. http://www.inc.com/encyclopedia/iso-9000.html
- 5. ГОСТ Р ИСО 14001-2007. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. М.: Стандартинформ, $2007.-21\,\mathrm{c}.$
- 6. Бабина Ю.В., Варфоломеева Э.А. Экологический менеджмент / Учебное пособие. М.: ИД «Социальные отношения», Изд-во «Перспектива», 2002. 207 с.
- 7. Белов Г.В. Экологический менеджмент предприятия / Учебное пособие. М.: Логос, 2006. 240 с.
- 8. Д.В. Александров, А.В. Костров, Р.И. Макаров, Е.Р. Хорошева. Методы и модели информационного менеджмента: учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2007. 336 с.
- 9. Экологический менеджмент в действии / Невское время. 25.09.2014. http://nvspb.ru/stories/yekologicheskij_menedzhment_v_
- 10. Бубко Е.В., Катанаева М.А., Катанаев С.Ю. Интегрированные системы менеджмента, как конкурентное преимущество предприятий лесного комплекса при вступлении в BTO http://science-bsea.narod.ru/2006/les_2006/bubko_integrin.htm
- 11. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям / ИТС 1 2015. Производство целлюлозы, древесной массы, картона М.: Бюро НДТ, 2015
- 12. Лесной сектор Финляндии. Требования к производству. http://www.idanmetsatieto.info/rus/index.cfm?ID=%20705

К ГЛАВЕ 9

1. Ahmed, H.M., Viswanathan, N., Bjorkman, B. (2014). Composite pellets - a potential raw material for iron-making. Steel Res. Int. 85 (3), 293-306.

- 2. Amezquita, T., Hammond, R., Salazar, M., Bras, B. (1995). Characterizing the remanufacturability of engineering systems. In: Proceedings of the 1995 ASME Advances in Design Automation Conference. Boston, September 17–20 (cited in Kumar, Putnam, 2008)
- 3. Anastas, P.T., and Zimmerman, J.B. (2003) Design through the Twelve Principles of Green Engineering, Env. Sci. and Tech., 37, 5, 94A-101A.
- 4. Antrekowitsch, J., Steinlechner, S. (2011). The recycling of heavy-metal-containing wastes: mass balances and economical estimations. JOM 63 (1), 68-72.
- 5. Bochek, A.M. (2008). Prospects for use of polysaccharides of different origin and environmental problems in processing them. Fibre Chem. 40 (3), 192-197.
- 6. Chalfan L. (2001) Zero Waste Key to Our Future. Power point presentation. (http://www.zerowaste.org/publications/06i Case for ZW.pdf)
- 7. Chertow, M. R. (1998). The Eco-industrial park model reconsidered. Journal of Industrial Ecology, 2(3), 8-10. doi: 10.1162/jiec.1998.2.3.8.
- 8. Chertow, M. R. (2007). "Uncovering" industrial symbiosis. Journal of Industrial Ecology, 11(1), 11-30. doi: 10.1162/jiec.0.1110.
- 9. Chiang, Y.W., Santos, R.M., Elsen, J., Meesschaert, B., Martens, J.A., Van Gerven, T. (2014). Towards zero-waste mineral carbon sequestration via two-way valorization of ironmaking slag. Chem. Eng. J. 249, 260-269.
- 10. Côté, R. (1998). Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. Journal of Cleaner Production, 6(3-4), 181-188. doi: 10.1016/S0959-6526(98)00029-8.
- 11. Davidson G. (2011). Waste Management Practices: Literature Review. Office of Sustainability Dalhousie University.

https://www.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/sustainability/Waste%20 Management%20Literature%20Review%20Final%20June%202011%20 %281.49%20MB%29.pdf)

- 12. European Commission. EMAS Factsheet (2011). http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/factsheet/EMASiso14001_high.pdf
- 13. European Commission. EMAS web-site http://ec.europa.eu/environment/emas/about/summary_en.htmGiuntini R., Gaudette K. (2003) Remanufacturing: The Next Great Opportunity for Boosting US Productivity' http://www.reman.org/pdf/IUbusinessHorizonsRemanufacturing.pdf
- 14. Graedel, T., Allenby, B. (2010). Industrial Ecology and Sustainable Engineering (p. 352). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- 15.Guideline "Waste management concepts" (in German) http://www.bmlfuw.gv.at/greentec/abfall-ressourcen/betriebliche-abfallwirtschaft/konzepte/awkleitfaden.html

- 16. ISO web-site http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=31807
- 17. Kumar S., Putnam V. (2008) Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. International Journal of Production Economics, Volume 115, Issue 2, pp 305 315
- 18. Krajnc, D., Mele, M., Glavi_c, P. (2007). Improving the economic and environmental performances of the beet sugar industry in Slovenia: increasing fuel efficiency and using by-products for ethanol. J. Clean. Prod. 15 (13-14), 1240-1252.
- 19. Manual on the Development of Cleaner Production Policies Approaches and Instruments (2002). UNIDO Cleaner Production Program. (http://www.unido.org/fileadmin/import/9750_0256406e.pdf)
- 20. McDonough, W., Braungart, M., Anastas, P., & Zimmerman, J. (2003). Applying the principles of green engineering to cradle-to-cradle design. Environmental Science & Technology, 37(23). doi: 10.1021/es0326322
- 21. Seadon, J. K. (2006). Integrated waste management--looking beyond the solid waste horizon. Waste management, 26(12), 1327-36. doi: 10.1016/j. wasman.2006.04.009 (cited in Davidson G., 2011).
- 22. Tennant-Wood, R. (2003). Going for zero: a comparative critical analysis of zero waste events in southern New South Wales, Australia. J. Environ. Manag. 10 (1), 46-55.
- 23. Townend, W. K. (2010). Editorial. Zero waste: an aspiration or an oxymoron? Waste Management & Research, 28(1), 1-3. doi: 10.1177/0734242X09356145
- 24. Zaman A.U. (2015) A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines. Journal of Cleaner Production 91, pp12-25
- 25. Ziout, A., Azab, A., Atwan, M. (2014). A holistic approach for decision on selection of end-of-life products recovery options. J. Clean. Prod. 65, 497-516. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.001.

Основные термины и определения

Арболит — представляет собой разновидность опилкобетона, в котором в качестве заполнителя использованы древесные опилки и мелкозернистый гравий.

Брикет — это сыпучее вещество, превращенное в плотные куски.

Газификация — это преобразование органической части твёрдого или жидкого топлива в горючие газы при высокотемпературном $(1000-2000\ ^{\circ}\text{C})$ нагреве с окислителем (кислород, воздух, водяной пар, CO, или их смесь).

Гидролиз — это химическая реакция взаимодействия вещества с водой, при которой происходит разложение этого вещества и воды с образованием новых соединений.

Древесноволокнистые плиты (ДВП) — это листовой композитный материал, получаемый при горячем прессовании целлюлозных волокон, синтетических полимеров и специальных добавок.

Древесно-полимерные материалы (ДПМ) — это пластики с добавлением связующих, при изготовлении которых используют отходы деревообработки (опилки, стружка, пыль).

Древесно-стружечные плиты (ДСП) — композиционный материал, полученный путем горячего пресования древесных частиц, смешанных со связующим.

Древесный уголь - твёрдый пористый высокоуглеродистый продукт, образующийся при пиролизе (термическом распаде) древесины без доступа воздуха.

Дюрисол — строительный материал, изготавливаемый из станочной стружки, портландцемента и химических добавок. Используется для производства стеновых панелей, плит покрытий, пустотных блоков.

Ксилолит — материал, который производится из смеси, содержащей древесную муку, магнезиальный цемент, тонкодисперсные минеральные вещества (тальк, асбест, мраморную муку) и щелочестойкие пигменты.

Лесная декларация - заявление об использовании лесов в соответствии с проектом освоения лесов.

Лесной кодекс Российской Федерации (ЛК РФ) - кодифицированный нормативно-правовой акт, являющийся основным источником, регулирующим отношения в сфере лесопользования в России.

Наилучшие доступные технологии (НДТ) - технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения.

Пеллеты - топливные гранулы, изготавливаемые из отходов древесины.

 Π иролиз — это разложение органических природных соединений (древесины и прочего) без доступа кислорода.

Справочник НДТ - описание применяемых в производстве технических способов и методов, позволяющих снизить негативное воздействие на окружающую среду, повысить экономичность, конкурентоспособность, энергоэффективность, ресурсосбережение.

Термиз - теплоизоляционный материал для утепления стен и кровли, изготавливается из гашеной извести, опилок, цемента и суглинка.

Технологическая щепа — измельченная древесина определенных размеров, получаемая в результате измельчения древесного сырья рубильными машинами и специальными устройствами, используемая в качестве технологического сырья или топлива.

Трансакционные издержки (Transaction costs) — это издержки, которые относятся не к производству продукции непосредственно (расходы на сырье, заработную плату, материалы, транспортировку и пр.), а с сопутствующими этому производству косвенными затратами на сбор и поиск всей необходимой для деятельности информации, заключение различных сделок, контрактов, договоров и пр.

Фибролит - теплозвукоизоляционный материал, имеющий среднюю плотность $300...500~\rm kr/m^3$, который изготавливают из древесных стружек (волокон) и неорганического вяжущего вещества портландцемента.

Цементно-стружечные плиты - композиционный листовой строительный материал, изготавливаемый из тонкой древесной стружки, портландцемента и химических добавок, снижающих вредное воздействие экстрактов древесины на цемент.

Шлам-лигнин — осадок, образующийся при очистке сточных вод целлюлозно-бумажных комбинатов.

Н.И. Альберг, С.Е. Санжиева, С.П. Салхофер

КОМПЛЕКСНОЕ УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ

Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность

Учебное пособие



Компьютерный набор, корректура и форматирование автора Технический редактор Скрягин С.В. Дизайн обложки Фролова А.Д. Подписано в печать 25.11.2016 Бумага офсетная. Гарнитура NewtonC Формат 60×84 ¹/₁6 Печать трафаретная. Печ. л. 19,25. Тираж 500 экз. Заказ № 061-16.

Отпечатано в типографии ИД «Академия Естествознания», 440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3