

Министерство образования и науки Российской Федерации
Иркутский национальный исследовательский технический университет
Забайкальский государственный университет
Российская Академия Естествознания

КОМПЛЕКСНОЕ УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ

Металлургическая промышленность

Учебное пособие

Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для обучающихся высших учебных заведений по направлениям:
05.03.06 – «Экология и природопользование»;
20.04.01 и 20.03.01 – «Техносферная безопасность»;
22.04.02 и 22.03.02 – «Металлургия»;
для аспирантов, обучающихся по направлениям:
05.00.00 – «Науки о земле»;
19.00.00 – «Промышленная экология и биотехнологии»;
20.00.00 – «Техносферная безопасность и природообустройство»;
22.06.01 – «Технологии материалов»;
38.00.00 – «Экономика и управление»

Москва
2016

УДК 669: 658.567.1(075.8)

ББК 34.309 73

К607

Авторы:

Немчинова Н.В. — доктор технических наук, профессор (введение; гл. 2, разд. 2.1–2.3; гл. 3–5, гл. 7; заключение);

Шумилова Л.В. — доктор технических наук, профессор (гл. 2, разд. 2.2, подразд. 2.3.2; гл. 3; гл. 4, разд. 4.4; гл. 5, разд. 5.1, 5.3, 5.4, 5.6);

Салхофер С.П. — доктор технических наук, профессор (гл. 5, разд. 5.2, 5.3, 5.7; гл. 6; гл. 7, подразд. 7.2.1, 7.2.2);

Размахнин К.К. — кандидат технических наук, доцент (гл. 1, разд. 1.2; гл. 2, подразд. 2.1.2; гл. 3, разд. 3.1; гл. 4, разд. 4.1–4.3; гл. 7, разд. 7.1, подразд. 7.2.3, разд. 7.3–7.5);

Чернова О.А. — научный сотрудник (гл. 1, разд. 1.1; гл. 2, подразд. 2.1.1, 2.3.1)

Рецензенты:

Кристенсен Т. — доктор технических наук, профессор, руководитель Департамента инженерной экологии (Технический университет, Копенгаген, Дания);

Тыминский В.Г. — кандидат геолого-минералогических наук, профессор, президент Европейской академии естественных наук (Европейская академия естественных наук, Ганновер, Германия).

К607 **Комплексное устойчивое управление отходами. Металлургическая промышленность: учебное пособие / Н.В. Немчинова, Л.В. Шумилова, С.П. Салхофер, К.К. Размахнин, О.А. Чернова. — М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. — 494 с.**

ISBN 978-5-91327-433-5

DOI 10.17513/np.215

В пособии рассматриваются вопросы законодательства РФ и ЕС в области обращения с отходами, законодательная и нормативная база НДТ в ЕС и России, наилучшие доступные технологии в алюминиевой и золотоперерабатывающей отраслях промышленности и существующие технологии получения первичного алюминия дан анализ проблем переработки техногенного минерального сырья, полученного из золотосодержащих руд и концентратов, экологический менеджмент и программы управления отходами на предприятии.

Учебное пособие адресовано сотрудникам предприятий металлургической отрасли, госслужащим, специалистам в области обращения с отходами, слушателям курсов повышения квалификации, преподавателям, обучающимся и всем тем, кто интересуется вопросами управления отходами и наилучшими доступными технологиями.

Библиогр. 197 назв., табл. 57, рис. 117, прил. 3



Tempus

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

Проект финансируется при поддержке Европейской Комиссии.

Содержание данной публикации является предметом ответственности авторов и не 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 978-5-91327-433-5

© Коллектив авторов, 2016

© ИД «Академия Естествознания»

© АНО «Академия Естествознания»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
INTRODUCTION	9
Глава I. ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ	11
1.1. Структура законодательства Европейского Союза	11
1.1.1. Рамочная директива ЕС об отходах.....	16
1.1.2. Критерии для утраты металлоломом статуса отхода и перехода в режим продукта в ЕС	22
1.1.3. Директива ЕС о полигонах	25
1.1.4. Директива ЕС о промышленных выбросах.....	29
1.1.5. Европейские справочники и заключения по НДТ	34
1.2. Основы российского законодательства в металлургической отрасли	37
1.2.1. Правовые аспекты эксплуатации объектов хранения и размещения отходов в металлургической отрасли	37
1.2.2. Правовые нормативные документы, регулирующие вопросы обращения с металлургическими отходами в Российской Федерации	39
1.2.3. Организация надзорной деятельности на объектах металлургической отрасли.....	40
1.2.4. Правовые нормативные документы по обращению с ломом черных и цветных металлов.....	41
Глава II. ВИДЫ ОТХОДОВ	45
2.1. Классификация отходов	45
2.1.1. Место металлургических отходов в Европейском каталоге отходов	46
2.1.2. Место металлургических отходов в Федеральном классификационном каталоге отходов Российской Федерации	51
2.2. Классификация отходов по происхождению. Качественный и количественный сравнительный анализ отходов Европы и России	53
2.2.1. Отходы черной металлургии	53
2.2.2. Отходы цветной металлургии	59
2.2.2.1. Общие сведения об отходах предприятий цветной металлургии в России	59
2.2.2.2. Отходы алюминиевой промышленности	59
2.2.2.2.1. Красные шламы производства глинозема.....	61
2.2.2.2.2. Отходы производства первичного алюминия	62
2.2.2.3. Отходы золотодобывающих и золотоперерабатывающих предприятий горного кластера	65
2.2.3. Лом черных и цветных металлов	107
2.3. Количественная характеристика металлургических отходов	108
2.3.1. Количественная характеристика образования металлургических отходов в Европе.....	112
2.3.1.1. Алюминиевая промышленность в Евросоюзе	112
2.3.1.2. Производство золота в Евросоюзе	119
2.3.2. Количество образования металлургических отходов в Восточно-Сибирском регионе и Забайкальском крае России.....	120
Глава III. АНАЛИЗ СОСТАВА И СВОЙСТВА ОТХОДОВ	142
3.1. Аналитические и технологические исследования отходов предприятий цветной металлургии	142
3.1.1. Подготовка пробы техногенных отходов к исследованиям вещественного состава	150

3.1.2. Химический анализ отходов	153
3.1.3. Изучение гранулометрической характеристики отходов	162
3.1.4. Методы определения фазового состава отходов.....	163
3.1.5. Минералогический анализ и изучение свойств отходов	168
3.1.6. Определение природной сорбционной активности отходов	175
3.1.7. Технологические исследования отходов	175
3.1.8. Морфологический состав отходов.....	185
3.1.9. Биотестирование отходов	187
3.1.10. Анализ состава отходящих газов.....	187
3.2. Состав и основные физико-химические свойства отходов металлургического производства	188
3.2.1. Состав и свойства основных отходов при производстве первичного алюминия	189
3.2.2. Состав и свойства отходов золотопромышленных горно-металлургических комплексов	198
Глава IV. НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	231
4.1. Логистика металлургических отходов в России.....	232
4.1.1. Сбор и накопление металлургических отходов	232
4.1.2. Вывоз металлургических отходов	233
4.2. Хранение металлургических отходов в России	234
4.2.1. Нормативные акты по хранению металлургических отходов	234
4.2.2. Открытые площадки для специализированного хранения твердых отходов	234
4.2.3. Закрытые помещения для хранения отходов	234
4.2.4. Площадки сбора и временного хранения отходов, производственные площадки	235
4.3. Размещение металлургических отходов в России.....	235
4.4. Наилучшие доступные технологии по обращению с отходами металлургической промышленности в Российской Федерации	235
4.4.1. Наилучшие доступные технологии в производстве первичного алюминия электролизом криолито-глиноземных расплавов	248
4.4.1.1. Улавливание пылегазовой смеси и ее очистка	250
4.4.1.2. Производство регенерационного криолита из фторсодержащих растворов систем газоочистки	252
4.4.1.3. Производство флотационного криолита из электролитной (угольной) пены	255
4.4.1.4. Утилизация отработанной футеровки алюминиевых электролизеров	259
4.4.1.5. ЭкоСодерберг	260
4.4.2. Наилучшие доступные технологии в практике золотодобывающих и золотоперерабатывающих предприятий.....	263
4.4.2.1. Технология извлечения золота из отходов горного производства комбинированным методом фотоэлектрохимического, бактериального и химического выщелачивания.....	264
4.4.2.2. Технология вскрытия тонкодисперсных минеральных комплексов и извлечения благородных металлов из хвостов обогащения на основе воздействия наносекундных электромагнитных импульсов (МЭМИ)	275
4.4.2.3. Технология доизвлечения тонкого золота из техногенных золотоносных кор выветривания магнитной сепарацией с предварительной магнитно-коллоидной обработкой.....	282

4.4.2.4. Ресурсосберегающая технология попутного извлечения золота из хвостов рентгенорадиометрической сепарации (PPC).....	286
4.4.2.5. Экологически щадящие и экономически выгодные технологии переработки золотосодержащих отходов предприятий горной промышленности с использованием методов интенсификации процессов извлечения благородных металлов.....	290
4.4.2.6. Технология комплексной переработки и утилизации техногенных вод предприятий металлургии.....	293
4.4.2.7. Технология производства буроугольных брикетов для выплавки золота с применением материалов из отходов трёх техногенных объектов.....	298
4.4.2.8. Технология повторной разработки техногенных объектов золоторудной добычи, содержащих ртуть.....	299
4.4.2.9. Способы обезвреживания отходов гидрометаллургии.....	303
4.4.3. Минимизация генерирования отходов.....	311
4.4.4. Минимизация сбросных вод при мокрой очистке газа.....	312
4.4.5. Основные направления развития малоотходных технологий в металлургической промышленности зарубежных стран.....	313
Глава V. ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	323
5.1. Общие сведения.....	323
5.2. Характеристика потоков отходов.....	327
5.3. Концепции управления отходами.....	328
5.3.1. Концепция Zero Waste.....	329
5.3.2. Концепция Cleaner Production.....	331
5.3.3. Концепция Green Engineering.....	333
5.3.4. Концепция Cradle-to-Cradle.....	334
5.3.5. Концепции Industrial Symbiosis и Industrial Ecology.....	336
5.4. Практические основы внедрения Программы управления отходами предприятия на основе Программы экологического управления.....	352
5.5. Планы мероприятий по снижению количества образования и размещения отходов, обеспечению соблюдения действующих норм и правил в области обращения с отходами на алюминиевых предприятиях.....	363
5.6. Управление отходами предприятий промышленных регионов на примере Концепции обращения с отходами производства и потребления в Забайкальском крае на 2013–2020 годы.....	367
5.6.1. Концепция обращения с отходами производства и потребления в Забайкальском крае на 2013–2020 годы.....	367
5.6.2. Программы управления отходами производства на примере предприятий Кузбасса.....	377
5.7. Инструменты управления отходами.....	384
5.7.1. Концепция управления промышленными отходами.....	384
5.7.2. Инструмент Eco-mapping.....	385
Глава VI. АНАЛИЗ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ И ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА.....	388
6.1. Анализ материальных потоков (АМП).....	388
6.1.1. Введение в АМП.....	388
6.1.2. Методология АМП.....	390
6.1.3. Применение АМП.....	394

6.1.3.1. Сферы применения	394
6.1.3.2. АМП на уровне индустрии или компании	396
6.1.3.3. Программное обеспечение для АМП	399
6.2. Оценка жизненного цикла (ОЖЦ)	400
6.2.1. Введение в ОЖЦ	400
6.2.2. Методология ОЖЦ	401
6.2.2.1. Определение цели и области применения	402
6.2.2.2. Инвентаризация	413
6.2.2.3. Оценка воздействия	415
6.2.2.4. Интерпретация	421
6.2.2.5. Использование компьютерного инструментария и баз данных	423
6.2.3. Применение ОЖЦ	427
6.2.3.1. Сферы применения	427
6.2.3.2. ОЖЦ на промышленном уровне и на уровне компании	427
6.2.3.3. ОЖЦ в управлении отходами: анализ кейсов	430
Глава VII. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ	440
7.1. Необходимость внедрения экологического менеджмента на предприятиях	440
7.2. Системы экологического менеджмента	441
7.2.1. Система EMAS	441
7.2.2. Стандарт ISO 14001	443
7.2.3. ISO 9000	445
7.3. Законодательная и институциональная основа экологического регулирования ...	446
7.3.1. Правовые и организационно-методические основы экологического менеджмента в РФ	449
7.3.2. Добровольные Государственные стандарты ИСО 14001, ИСО 14004, ИСО 140010, ИСО 140011, ИСО 140012 в РФ на базе международных стандартов ИСО 14000	451
7.3.3. Основные вопросы экологической политики, значимые для металлургической отрасли	453
7.3.4. Федеральная система обязательной экологической сертификации	453
7.3.5. Законодательные и нормативно-методические документы по экологическому аудиту	454
7.4. Экологически ориентированный производственный менеджмент	456
7.4.1. Экологические проблемы металлургической отрасли	456
7.4.2. Охрана окружающей среды в системе целей предприятия	457
7.4.3. Экологическая стратегия и политика предприятия	458
7.4.4. Оценка экологического риска. Его роль и место в системе производственных рисков	458
7.5. Экологическая оценка деятельности предприятия	460
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	462
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	464
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	481
ПРИЛОЖЕНИЯ	485
Приложение 1. Способы удаления и утилизации отходов согласно директиве 2008/98/ЕС об отходах	485
Приложение 2. Примеры плановых мероприятий по снижению количества образования и размещения отходов	487
Приложение 3. Примеры плановых мероприятий по снижению количества образования и размещения отходов	489

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных факторов экономического роста и социально-го развития в ряде стран, богатых природными ресурсами, в том числе в России, является металлургия.

Как и многие другие отрасли промышленности, производство черных и цветных металлов связано с высоким потреблением исходных ресурсов и энергии. Также и вопросы экологических последствий и ответственности занимают руководство любой металлургической компании. Однако в зависимости от исходных условий и наличия тех или иных ресурсов, страны, где располагается предприятия, и действующего в ней законодательства и норм учитываются различные аспекты.

При том, что добыча полезных ископаемых и их переработка с получением металлов и сплавов открывает большие возможности улучшения экономического положения и способствует региональному развитию, такая деятельность может иметь негативные экономические, экологические и социальные последствия. Недостаточное экологическое и социальное управление металлургическими объектами может оказывать существенное долгосрочное воздействие на состояние ресурсов, биоразнообразия и местного населения.

В Европе вопрос надежного снабжения сырьем является уже в течение нескольких лет предметом обсуждения с экономической, научной и политической точек зрения. В результате были разработаны различные программы сырьевой политики на национальном и международных уровнях. Наряду со снижением торговых барьеров, созданием двусторонних сырьевых партнерств и поддержки компаний в области разведки и добычи первичных ресурсов все большее значение приобретает рециклинг металлов. Во-первых, это обусловлено доступностью вторичных ресурсов на собственной территории, переработка которых создает некоторую стратегическую независимость от стран-импортеров сырья, хоть и ограниченную, чего нельзя сказать о первичных ресурсах. Во-вторых, само по себе вторичное производство обладает определёнными экологическими и экономическими преимуществами перед первичным. Кроме

того, тенденция к росту цен на исходные ресурсы для первичного производства также укрепляет базис для внедрения и разработки технологий рециклинга, даже несмотря на то, что нестабильность рынка осложняет долгосрочный анализ экономической эффективности таких технологий.

Обеспечению экологически безопасного производства на промышленных предприятиях металлургической отрасли в России, а также в секторе малого и среднего бизнеса в России в настоящее время мешает не только отсутствие системы экономического стимулирования на производстве для поддержки мер по предотвращению образования отходов и их переработке, но и недостаток глубоких знаний о решении данных вопросов в производственных процессах.

Кроме этого, недостает курсов повышения квалификации, соответствующих современным стандартам обучения специалистов (например, по наилучшим доступным технологиям (НДТ), экологической эффективности и системам управления окружающей средой) для повышения осведомленности сотрудников промышленных предприятий по чрезвычайно важным экологическим темам.

В рамках финансируемой Европейским Союзом программы ТЕМПУС IV, направленной на поддержку процессов модернизации высшего образования в странах-партнерах из Восточной Европы, Центральной Азии, Западных Балкан и Средиземноморья через проекты межвузовского сотрудничества, реализуется проект TIWaSiC. Целью проекта является усиление роли российских университетов посредством разработки профессиональных курсов повышения квалификации «Комплексное устойчивое управление отходами» для госслужащих и сотрудников предприятий и организаций с использованием европейского опыта и НДТ.

Особенностью учебного пособия «Комплексное устойчивое управление отходами. Металлургическая промышленность» является сравнение обращения с отходами в металлургической промышленности в России и Евросоюзе, которая исторически развивалась на этих территориях и по сей день представляет важный сектор экономики. Данное пособие адресовано сотрудникам российских предприятий металлургической (алюминиевой и золотоперерабатывающей) отрасли, госслужащим, консультирующим экспертам и всем заинтересованным лицам, проходящим повышение квалификации на профессиональных курсах.

INTRODUCTION

The metallurgy is one of the main factors of the economic growth and social development in countries rich in natural resources, one of which is Russia.

Like many other industries, the production of ferrous and non-ferrous metals is related to high consumption of resources and energy. The management of any metallurgical company is also concerned with the issues of environmental consequences and responsibility. However, depending on the starting conditions, the type of resources, the country, the current legislation, and the existing norms, different aspects should be considered.

The mining of minerals and their processing for the production of metals and alloys is a great possibility for the improvement of the economic situation and for the regional development. Still, these activities can result in negative economic, environmental, and social consequences. The insufficient environmental and social management of metallurgical facilities can make a significant long-term impact on the resources, the biodiversity, and the local population.

In Europe, the issues of reliable supply of raw materials are a matter of concern from the economic, scientific, and political points of view. Thus, different programs of the raw material policy are developed at the national and the international levels. Along with reducing trade barriers, developing bilateral partnerships, and supporting companies in the sphere of exploration and mining of minerals, the metal recycling trend becomes increasingly important. First, it is caused by the availability of secondary resources inside the country, which contributes to the strategic independence from importers of raw materials to a certain extent, even though such independence has limitations compared to that based on the primary resources. Second, the reuse of materials itself has a number of environmental and economic advantages compared to the primary production. In addition, the increase in prices for primary resources also stimulates the implementation and development of recycling technologies despite the fact that the long-term analysis of their economic efficiency is complicated by the market instability.

The environmentally safe production at mining enterprises and in the small and medium business sector in Russia is currently impeded by not only the absence of the economic incentive system for the support of waste prevention, minimization, and processing but also by the insufficient knowledge on the generation and minimization of waste in the production processes.

In addition, there are no advanced training courses meeting state-of-the-art standards for training specialists (e.g., on the best available techniques, the environmental efficiency, and the environmental management systems) for the improvement of awareness among workers of industrial enterprises on these extremely important environmental issues.

The TIWaSiC project is realized within the TEMPUS IV programme supported by the European Union, which encourages the modernization processes in the higher education in partner countries of Eastern Europe, Central Asia, Western Balkans, and the Mediterranean region through inter-university cooperation initiatives. The aim of the project is the improvement of the role of Russian universities by the development of professional advanced courses on the integrated sustainable waste management for Siberian companies and authorities to implement the European experience and the best available techniques (BAT).

The distinctive feature of this tutorial on the integrated sustainable waste management in metallurgy is the comparison of the metallurgical waste management systems in Russia and in the European Union, which were historically developed on these territories and are still important economic sectors. The tutorial is addressed to workers of Russian metallurgical enterprises (aluminum production and gold recovery plants), state officials, experts, and all other participants that undergo the advanced training course.