

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Тульский государственный педагогический университет
им. Л.Н. Толстого»

**Р. Г. Рябов,
М. С. Комиссаров,
Е. П. Верховская,
Г. Г. Рябов**

УТИЛИЗАЦИЯ, ПЕРЕРАБОТКА И ЗАХОРОНЕНИЕ ОТХОДОВ

Учебное пособие

Тула
Издательство ТГПУ им. Л.Н. Толстого
2012

ББК 30.69Я73
Р98

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *К.А. Головин*
(Тульский государственный университет);
доктор технических наук, профессор *И. А. Басова*
(Тульский государственный университет);

Рябов, Р. Г.

Р98 Утилизация, переработка и захоронение отходов: Учеб. пособие / Р. Г. Рябов, М. С. Комиссаров, Е. П. Верховская, Г. Г. Рябов.— Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л. Н. Толстого, 2012.— 148 с.

ISBN 978-5-87954-682-8

Приведены сведения по вопросам утилизации, переработки и захоронению промышленных отходов различных видов производств, а также методы теоретического анализа эффективности обращения с отходами.

Даются методические указания по расчету оптимальных размеров капиталовложений в геоэкологические мероприятия по использованию промышленных отходов.

Значительное внимание уделено обоснованию математической модели образования газообразных, жидких и твердых отходов.

Предназначено для подготовки студентов по направлению 280700 «Техносферная безопасность», а также магистров и аспирантов. Может быть использовано инженерами проектных организаций и специалистами в области переработки и утилизации отходов.

ББК 30.69Я73

ISBN 978-5-87954-682-8

© Р. Г. Рябов, М. С. Комиссаров,
Е. П. Верховская, Г. Г. Рябов, 2012
© ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2012

СОКРАЩЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РАБОТЕ

ВЗ	– вещества-загрязнители
ВР	– вторичные ресурсы
ДШ	– доменные шлаки
ИАС	– информационно-аналитическая система
ИМПО	– искусственные материалы из промышленных отходов
КТПР	– комплексный территориальный кадастр природных ресурсов
МПИ	– месторождение полезных ископаемых
МР	– материальные ресурсы
ОВОС	– оценка воздействия на окружающую среду
ПО	– промышленные отходы
РН	– радионуклид
СУО	– система управления отходами
ТМ	– тяжелые металлы
ТУ	– технические условия
ФХС	– физико-химические свойства
ФХТ	– физико-технические свойства
ШПЦ	– шлакопортландцемент
ЭЭП	– эмерджентно-экологический показатель
ЭЭЭ	– эколого-экономическая эффективность

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
РАЗДЕЛ 1. Проблема утилизации и переработки промышленных отходов	8
1.1. Экологическая характеристика России и систем обращения с отходами.....	8
1.2. Система обращения с отходами	11
1.3. Методы теоретического анализа эффективности обращения с отходами	19
1.4. Системные принципы в практике природопользования	22
1.5. Системные свойства минерально-сырьевых ресурсов	25
1.6. Информационные аспекты территориальной системы использования минерально-сырьевых ресурсов	26
1.7. Экологически рациональная стратегия природопользования	26
1.8. Управление запасами и качеством минеральных ресурсов.....	28
1.9. Нормативно-правовая база, регламентирующая использование отходов производства в качестве строительных материалов или их сырья	29
1.10. Физико-химические процессы взаимодействия газов с твердой фазой при их фильтрационном и диффузионном переносе.....	33
1.11. Вещественный состав отходов производства, используемых для производства строительных материалов	36
1.12. Радиологическая характеристика отходов, используемых в строительных материалах	39
1.13. Оценка структуры и термодинамический анализ вещества строительных материалов из отходов производства	48
1.14. Динамика распределения физико-химических свойств отходов на полигонах и в отвалах.....	55
РАЗДЕЛ 2. Обоснование и выбор математических средств анализа информации	61
2.1. Концептуальные положения эколого-математического анализа информации.....	61
2.2. Математическая модель образования газообразных, жидких и твердых отходов	64
2.3. Модель оптимизации технологических процессов.....	69
2.4. Динамика энергоемкости технологических операций и идентификация целевой функции.....	71
2.5. Методические положения средств математического анализа геоэкологической информации	74

Раздел 3. Математическое моделирование	
пылегазовых выбросов в атмосферу	76
3.1. Методы оценки загрязнения атмосферы и их связь с действующей нормативной базой	76
3.2. Методы прогнозной оценки загрязнения атмосферного воздуха	81
3.3. Информационно-технологические принципы построения системы атмосферного мониторинга.....	87
3.4. Основное уравнение диффузии примесей в атмосфере.....	94
3.5. Исходные данные для решения задачи диффузии примесей в атмосфере.....	97
3.6. Аналитические решения уравнения диффузии для точечного источника	100
3.7. Основные закономерности распространения примесей в атмосфере.....	108
РАЗДЕЛ 4. Оптимальные размеры капиталовложений	
в геоэкологические мероприятия по использованию	
промышленных отходов	113
4.1. Эколого-экономическая модель предприятия	113
4.2. Определение оптимальных капиталовложений в геоэкологические мероприятия	116
4.3. Определение предельно допустимых выбросов.....	118
4.4. Задача экономического компромисса для системы «промышленные предприятия – окружающая среда»	120
Литература.....	129

ВВЕДЕНИЕ

Современные масштабы воздействия на атмосферу и гидросферу, а также техногенная активизация геохимического переноса сопоставимы с геологическими процессами. Очевидно, что развитие человеческого общества невозможно без взаимодействия с окружающей средой, а следовательно, и воздействия на природу, без использования природных ресурсов. Попытки максимального использования природных ресурсов, неподкрепленные достаточным знанием возможностей природы – способности к воспроизводству ресурсов и саморегулированию, – ведут к серьезным экологическим последствиям, так как из всего добываемого в мире минерального сырья в качестве общественного продукта используется только 2 %, остальные 98 % в измененном состоянии выбрасывают в виде отходов и не применяются в деле.

Вследствии того, что ежегодная мировая добыча минерального сырья составляет около 100 млрд т, то только из-за развития отвалов из хозяйственного оборота изымается до 10 млн га земли.

В отвалохранилища на протяжении многих лет направляются вскрышные известняки, огнеупорные глины, каолинистое сырье, песчаники, кварциты, фтористые и нефелиновые отходы обогащения, солевые шламы. Накоплено более сотни миллиардов различных горных пород, которые по своему качеству часто превосходят то нерудное сырье, которое добывают предприятия промышленности строительных материалов.

Значительный источник вторичных ресурсов – золы и шлаки энергетического комплекса, в отвалах которого находится более 1,2 млрд т этого техногенного сырья, являющегося по своим свойствам незаменимым компонентом формовочных смесей для получения строительных материалов.

До настоящего времени в хозяйственный оборот вовлекается только 10 % зол и шлаков, менее 4 % фосфогипса и отходов углеобогащения, 20 % шлаков цветной металлургии, а отходы горнопромышленного комплекса остаются малоиспользуемыми.

По данным Госкомэкологии, в России ежегодно образуются около 7 млрд т отходов, из которых используются только 1,5 – 2 млрд т и под полигоны отчуждается около 10 тыс. га пахотной земли в дополнение к имеющимся. На территории страны в отвалах и хранилищах накоплено около 80 млрд т только твердых отходов. Среди твердых отходов значительную часть составляют отходы горной промышленности, золы и шлаки ТЭС, шлаки черной и цветной металлургии. По ориентировочным подсчетам, ежегодно в стране образуется более 3 млрд т только горных отходов.

Согласно данным органов Государственного контроля и надзора, доля используемых отходов по стране составляет 5 – 8 % , например, в Тульской области в 2005 г. было утилизировано 800 тыс. т токсичных и малотоксичных отходов, а в период с 2006 по 2011 гг. этот показатель увеличился на 11,8 %.

Однако этот показатель по сравнению с ситуацией, имевшей место в недавнем прошлом в промышленности бывшего СССР (до 29 %), остается крайне низким по сравнению с мировой практикой. В Западной Европе (Франция, Германия, Италия, Англия) этот показатель составляет до 58 %, а в Северной Америке (США, Канада) до 63 %, в Японии до 87 %, Китае до 37 %.

Комплексное использование сырья и промышленных отходов металлургических, энергетических, горнодобывающих и химических предприятий является острой проблемой не только России, но и любого экономически развитого государства, и, как показала практика, отходы именно этих отраслей промышленности, во-первых, производятся в наибольших количествах, и, во-вторых, представляют серьезную экологическую опасность.

Особую значимость эта проблема приобретает в условиях наблюдающегося оживления промышленности в России при практически полном физическом и моральном износе оборудования.

В этих условиях актуальной становится проблема экологически рационального использования отходов производства как вторичного сырья и разработки научных принципов в создании новых технологических регламентов производства товарной продукции из отходов, и, прежде всего, из твердых отходов.

Очевидно, что производство строительных материалов из твердых отходов предприятий горно-металлургического комплекса и химико-технологической отрасли является наиболее предпочтительным концептуальным положением в их утилизации.

На предприятиях стройиндустрии ежегодно производят различные строительные материалы, однако, технологические процессы, а главное, и процессы эксплуатации данных строительных материалов не оцениваются по экологическим критериям. Это объясняется весьма упрощенными представлениями о физической сущности процессов получения и эксплуатации материалов и изделий из вторичных ресурсов, отсутствием четкой нормативной регламентации их физико-химических свойств и недальновидной технологической политикой в экономике в целом.

Поэтому разработка новых теоретических положений экологически рационального использования отходов горного производства в качестве сырья для изготовления строительных материалов и изделий является актуальной.

Раздел 1. ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

1.1. Экологическая характеристика России и системобращения с отходами

Россия занимает территорию в 17,1 млн км². На территории страны встречается огромное разнообразие ландшафтов и экосистем, территориально организованных по законам географической зональности. Однако естественные системы сохранились преимущественно только в Арктике, Восточной Сибири, на севере Дальнего Востока и в высокогорных регионах. В стране можно выделить три крупных региона – Европейскую часть площадью 3470 тыс. км², Уральский регион площадью 186 тыс. км², а также Сибирь и Дальний Восток общей площадью 11740 тыс. км². Эти регионы различаются по своим географическим и этническим условиям, истории заселения, уровням техногенных нагрузок на экосистемы, структуре населения и экологической ситуации [207].

Ведущими учеными в области геоэкологии и рационального использования природных ресурсов Б. Н. Ласкориным, Ю. А. Израэлем., Е. И. Захаровым, К. Н. Трубецким, Н. Н. Моисеевым, О. Н. Русаком, Э. М. Соколовым, М. Б. Суллой и др. [64, 72, 91, 162, 256] отмечается, что территория является важнейшим природным ресурсом, который представляет собой пространство, занятое биотой, стабилизирующей параметры окружающей среды. Основную массу продукции биоты, обеспечивающую стабильность окружающей среды в России, дают леса, которые составляют около 20 % лесного фонда мира.

Первичная биологическая продукция на территории страны меняется от 0,25 (тундры и пустыни) до 3,75 кг/га (лиственные леса). В среднем природная производительность экологических систем по первичной биологической продукции на территории Российской Федерации составляет 20 т/га в год, а по основным регионам страны этот показатель имеет следующие значения: в Европейской части 25 т/га; в Уральском регионе 20 т/га; в Сибири и на Дальнем Востоке 15 т/га. Население страны, в основном, сосредоточено как раз в зонах наибольших величин первичной биологической продукции.

Водные ресурсы являются одним из наиболее важных компонентов окружающей среды, а по массе наиболее потребляемым ресурсом. Многолетний средний годовой сток рек России составляет почти 10 % от мирового стока рек. Значительные запасы пресной воды сосредоточены в озерах России. Крупнейшим уникальным хранилищем самой чистой пресной воды является озеро Байкал, которое вмещает 23 тыс. км³