

# Переработка и утилизация дисперсных материалов и твердых отходов

Под редакцией В.И. Назарова

Допущено Учебно-методическим объединением высших учебных заведений РФ по образованию в области материаловедения, технологии материалов и покрытий в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров 150100 «Материаловедение и технологии материалов»

МОСКВА • 2014

АЛЬФА-М • УНИКОМ СЕРВИС • ИНФРА-М

# Оглавление

Предисловие . . . . .	5
<b>РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВОЙСТВАХ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ЗЕРНИСТЫХ СРЕД, ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ, ПОЛИМЕРБЕТОНОВ И НЕКОТОРЫХ ВИДАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>Глава 1. Физико-механические и химические свойства дисперсных сред, отходов, шламов и паст . . . . .</b>	<b>7</b>
§ 1.1. Гранулометрический состав и однородность смеси . . . . .	7
§ 1.2. Механические свойства дисперсных материалов . . . . .	11
§ 1.3. Плотность и сыпучесть дисперсных материалов . . . . .	17
§ 1.4. Свойства ДМ, определяемые взаимодействием между частицами . . . . .	19
<b>Глава 2. Система классификации промышленных и бытовых отходов . . . . .</b>	<b>24</b>
§ 2.1. Основные термины и определения . . . . .	24
§ 2.2. Система классификации и кодирования отходов . . . . .	25
§ 2.3. Классификация опасных отходов и особенности методики определения класса опасности . . . . .	33
§ 2.4. Основные этапы определения опасности отходов . . . . .	34
§ 2.5. Особенности выбора метода определения класса опасности отхода . . . . .	40
§ 2.6. Экспериментальный метод отнесения отходов к классу опасности для окружающей природной среды . . . . .	46
<b>Глава 3. Состав и свойства ТБО и их влияние на выбор метода промышленного обезвреживания и переработки . . . . .</b>	<b>48</b>
§ 3.1. Морфологический состав ТБО . . . . .	48
§ 3.2. Методика определения свойств ТБО . . . . .	51
§ 3.3. Методика расчета элементного состава ТБО . . . . .	52
§ 3.4. Агрохимические показатели компоста (расчетные) . . . . .	53
§ 3.5. Физические свойства ТБО . . . . .	55
§ 3.6. Компрессионные характеристики ТБО . . . . .	56
§ 3.7. Физико-химические свойства золошлаковых отходов . . . . .	57
<b>Глава 4. Свойства бетонов, полимербетонов, полимеров . . . . .</b>	<b>64</b>
§ 4.1. Свойства бетонов . . . . .	64
§ 4.2. Свойства полимербетонов . . . . .	70
§ 4.3. Общие сведения о полимерах . . . . .	75
<b>Глава 5. Процессы и методы переработки дисперсных материалов, твердых отходов, шламов и паст . . . . .</b>	<b>77</b>
§ 5.1. Подготовительные процессы (механические) . . . . .	77
§ 5.2. Смешение дисперсных отходов, порошков и пастообразных материалов . . . . .	79
§ 5.3. Окусковывание . . . . .	80
§ 5.4. Термическая обработка твердых отходов . . . . .	83

<b>РАЗДЕЛ 2. ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДРОБЛЕНИЯ И ПОМОЛА В ЦИКЛЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ</b> . . . . .	<b>86</b>
<b>Глава 6. Дробление и измельчение кусковых, зернистых материалов и дисперсных отходов</b> . . . . .	<b>86</b>
§ 6.1. Структура зернистых материалов и дисперсных отходов . . . . .	86
§ 6.2. Основные физико-химические свойства отходов . . . . .	87
§ 6.3. Основные законы теории измельчения . . . . .	92
<b>Глава 7. Типы измельчителей и их характеристики</b> . . . . .	<b>100</b>
§ 7.1. Классификация измельчителей . . . . .	100
§ 7.2. Оценка временных факторов в процессах измельчения . . . . .	102
§ 7.3. Удельная поверхность измельченного тела и ее зависимость от внешней среды . . . . .	103
§ 7.4. Влияние внешней среды и свойств материала на измельчение . . . . .	105
§ 7.5. Кинетика измельчения . . . . .	106
<b>Глава 8. Конструкции и характеристики дробилок и мельниц</b> . . . . .	<b>109</b>
§ 8.1. Конструктивные особенности дробилок . . . . .	109
§ 8.2. Выбор дробильного оборудования на основе паспортных данных заводов-изготовителей и свойств измельчаемого материала . . . . .	118
<b>Глава 9. Конструкции и характеристики мельниц тонкого помола</b> . . . . .	<b>125</b>
§ 9.1. Устройство мельниц . . . . .	125
§ 9.2. Конструктивные особенности шаровых мельниц . . . . .	130
§ 9.3. Ударные, вибрационные и струйные измельчители . . . . .	134
§ 9.4. Выбор помольных машин . . . . .	140
<b>Глава 10. Методы расчета параметров дробильного и помольного оборудования</b> . . . . .	<b>142</b>
§ 10.1. Дробилки ударного действия . . . . .	142
§ 10.2. Щековые, конусные и валковые дробилки . . . . .	149
§ 10.3. Барабанные шаровые мельницы . . . . .	156
<b>Глава 11. Инженерные методики технологического расчета дробильного и помольного оборудования</b> . . . . .	<b>161</b>
§ 11.1. Гранулометрический состав сыпучих материалов в технологическом процессе . . . . .	161
§ 11.2. Расчетные соотношения в инженерных методах расчета дробильного и помольного оборудования . . . . .	163
§ 11.3. Молотковые дробилки . . . . .	168
§ 11.4. Шаровые барабанные мельницы . . . . .	171
<b>РАЗДЕЛ 3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ ГРОХОЧЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ЗЕРНИСТЫХ И КУСКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> . . . . .	<b>175</b>
<b>Глава 12. Основные характеристики и критерии процесса классификации</b> . . . . .	<b>175</b>
§ 12.1. Основные понятия . . . . .	175
§ 12.2. Механическая классификация . . . . .	176

<b>Глава 13. Конструкции механических классификаторов</b> . . . . .	182
§ 13.1. Классификация грохотов . . . . .	182
§ 13.2. Конструкции механических грохотов . . . . .	184
<b>Глава 14. Инженерные методы расчета параметров процесса грохочения</b> . . . . .	192
§ 14.1. Расчет параметров колебаний грохотов . . . . .	192
§ 14.2. Особенности процесса грохочения минеральных удобрений . . . . .	196
<b>Глава 15. Виброгрохоты и вибрационные машины</b> . . . . .	200
§ 15.1. Инерционные вибраторы . . . . .	200
§ 15.2. Расчет параметров вибрационных воздействий . . . . .	204
§ 15.3. Динамический расчет грохотов . . . . .	208
§ 15.4. Расчет мощности привода виброгрохота . . . . .	212
§ 15.5. Расчет основных технологических параметров виброгрохота . . . . .	213
<b>Глава 16. Аэродинамическая классификация порошков и воздушных классификаторов</b> . . . . .	217
§ 16.1. Факторы, определяющие тип конструкции классификатора . . . . .	217
§ 16.2. Конструкции воздушных сепараторов . . . . .	221
§ 16.3. Расчеты технологических параметров воздушных сепараторов . . . . .	231
§ 16.4. Пути повышения эффективности аэродинамических классификаторов . . . . .	245
<b>Глава 17. Машины и оборудование гидравлической классификации</b> . . . . .	254
§ 17.1. Гидравлические классификаторы, конструктивные особенности классификаторов и гидроциклонов . . . . .	254
§ 17.2. Конструкции гидроциклонов . . . . .	259
§ 17.3. Расчет параметров гидроциклонных аппаратов . . . . .	271
§ 17.4. Рекомендации по расчету основных размеров гидроциклона . . . . .	276
§ 17.5. Критериальные методы технологического расчета цилиндроконических гидроциклонов . . . . .	279
§ 17.6. Примеры расчета батарейных гидроциклонов . . . . .	282
<b>РАЗДЕЛ 4. СМЕСИТЕЛИ</b> . . . . .	293
<b>Глава 18. Конструктивные особенности смесителей периодического и непрерывного действия</b> . . . . .	293
§ 18.1. Смесители периодического действия . . . . .	293
§ 18.2. Смесители непрерывного действия . . . . .	301
<b>Глава 19. Теоретические основы и модели смешения сыпучих и пластифицированных материалов</b> . . . . .	306
§ 19.1. Основные принципы смешения . . . . .	306
§ 19.2. Конструкции смесителей . . . . .	319
§ 19.3. Смесители для перемешивания сред с меняющейся реологией . . . . .	327
§ 19.4. Разработка конструкций смесителей на основе системно-структурного подхода . . . . .	334
§ 19.5. Смесители с упорядоченным процессом смешивания . . . . .	337

<b>Глава 20. Типовые конструкции и методы расчета основных параметров смесительного оборудования</b> . . . . .	345
§ 20.1. Конструкции смесителей периодического действия . . . . .	345
§ 20.2. Смесители непрерывного действия . . . . .	351
§ 20.3. Бипланетарные смесители . . . . .	358
§ 20.4. Конструкции и методы расчета смесителей для приготовления бетонных смесей . . . . .	360
§ 20.5. Расчет технологических параметров гравитационных смесителей . . . . .	364
§ 20.6. Конструкции и расчет смесителей принудительного действия . . . . .	368
§ 20.7. Расчет роторных смесителей с вертикальными валами . . . . .	376
<b>Практикум</b> . . . . .	380
<i>Приложение 1. Технические характеристики дробилок</i> . . . . .	443
<i>Приложение 2. Значения нормальной функции распределения</i> . . . . .	454
<b>Библиографический список</b> . . . . .	456