

Handbook
of solid
waste
management

Утилизация ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

Том 2



Москва
Стройиздат

Handbook of solid waste management

Edited by David Gordon Wilson

Van Nostrand Reinhold Company

Утилизация ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

Под редакцией Д. Вилсона

В ДВУХ ТОМАХ

ТОМ II

**Сокращенный перевод с английского
Э. Г. Тетерина и А. С. Скотникова**

**Под редакцией канд. хим. наук
А. П. Цыганкова**

ББК 38.93

У 84

УКД 628.477

Рекомендовано к изданию Государственным комитетом СССР по науке и технике (Отдел природоиспользования и защиты окружающей природной среды) и Государственным плановым комитетом СССР.

У 84 **Утилизация** твердых отходов /Под. ред. Д. Вилсона; Сокр. пер. с англ. Э.Г. Тетерина и А.С. Скотников; Под ред. А.П. Цыганкова. — М.: Стройиздат, 1982, — 348 с., ил.

Рассмотрен комплекс проблем, связанных с организацией процессов сбора, транспортировки, обработки и удаления твердых отходов. Дан подробный анализ технико-экономических показателей различных вариантов переработки бытовых отходов, отходов химической, металлургической, металлообрабатывающей и других отраслей промышленности. Рассматриваются возможности классификационного разделения отходов и рекомендации по организации и проведению аналитического контроля состава и свойств отходов. Особое внимание уделено утилизации и рециклизации твердых отходов промышленности и сельского хозяйства.

Книга предназначена для научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских, проектных и эксплуатационных организаций.

у 3403000000 — 654
047 (01) — 85

КБ — 15 — 55 — 84

ББК 38.98.
6С9.5

© 1977 by Litton Educational Publishing, Inc

© Перевод на русский язык, Стройиздат, 1985

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ИЛИ ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

Давид Г. Вилсон

Предполагалось, что к концу 70-х годов степень рециркуляции твердых отходов достигнет минимального значения за всю историю человечества (рис. 10.1).

На сегодняшний день мы почти не располагаем данными, позволяющими оценить масштаб переработки отходов в далеком прошлом. Судя по находкам археологов и антропологов, доисторический человек мог обитать в одной пещере веками, не погрязая в собственных отходах. В сравнительно недавнее время свалка в г. Эдинбурге, на которую свозились отходы со всего города, не увеличивалась в размерах в течение столетия. Бережливые шотландцы, в ведении которых находилась свалка, продавали или раздавали почти все, что туда попадало.

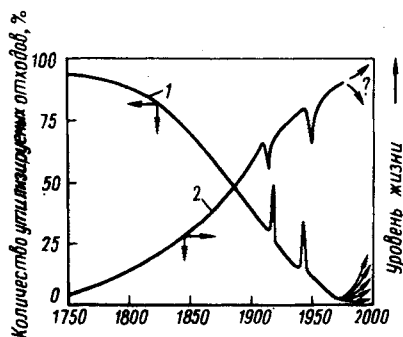
В течение 150 лет после этого — в связи со все более быстрым развитием промышленности — доля утилизируемых бытовых отходов неуклонно уменьшалась и к настоящему моменту достигла 1 мас. %. Фактическая цифра зависит от того, что считать отходами. Если учитывать отходы сельского и лесного хозяйства, производства пищевых продуктов и промышленности, то особенно резкий спад их переработки наблюдался за последние два десятилетия. Причина такого спада — накопление огромного количества отходов в отдельных областях в связи со специализацией производства сельскохозяйственной продукции пищевых продуктов, животноводства и деревообрабатывающей промышленности.

10.1. Целесообразность переработки отходов

Утилизация твердых отходов необходима в тех случаях, когда один из двух показателей стоимости свидетельствует о рентабельности процесса. Первый показатель — стоимость сырья — возрастает при дефиците материала или его отдаленности от места производства. Второй показатель — стоимость удаления твердых отходов зависит от характера отходов, места их образования и правил, регулирующих практику уничтожения отходов.

Материалы с высокой себестоимостью (золото, медь, свинец и др.) подвергают регенерации обычно потому, что стоимость их переработки ниже стоимости приобретения и очистки сырья. Материалы с низкой себестоимостью (бумага, отходы животноводства и т. д.) перерабатывают только в тех случаях, когда стоимость их уничтожения довольно высока, либо в связи с ограничением дешевых способов уничтожения, чтобы избежать загрязнения окружающей среды, либо из-за отсутствия поблизости мест для сброса отходов (например, в столичных областях).

Рис. 10.1. Оценка масштабов утилизации отходов в США Пики на кривой 1 приходятся на первую и вторую мировые войны



Целесообразность переработки материалов средней ценности (черные металлы, стекло и т. д.) также определяется этими показателями.

10.2. Наличие и стоимость материалов

Твердые отходы можно подразделить на невозполнимые природные ресурсы и отходы горной промышленности, животноводства, деревообрабатывающей и бумажной промышленности, бытовые отходы. Необходимость переработки невозполнимых ресурсов будет постоянно возрастать в связи с ростом цен на сырье, сопровождающим неизбежное истощение природных ресурсов. Цикл образования невозполнимых материалов изменяется со временем с различной скоростью, в основном следуя модели, изображенной на рис. 10.2. В табл. 10.1 приводится сравнение между потенциальными ресурсами некоторых важных минералов в США и возможной максимальной потребностью в них к концу столетия. Видно, что в некоторых случаях наличные ресурсы совершенно не удовлетворяют потенциальной потребности.

В табл. 10.2 приводится расчет запасов некоторых материалов, залегающих в земной коре.

Существуют различные оценки наличия полезных ископаемых. В табл. 10.3 приводятся данные Горнорудного управления США на США на 1970 г., а также сроки истощения запасов при современной скорости их потребления. Приводятся также темпы роста разработок и потенциальная длительность их эксплуатации при сохранении таких темпов, даже если будут найдены новые источники полезных ископаемых, превышающие объем известных в 5 раз. Из таблицы видно, что неуклонный рост потребления ресурсов будет иметь драматические последствия. При потреблении на уровне 1970 г. запасы каменного угля, основного современного источника энергии, будут израсходованы через 2300 лет. Однако если темп добычи угля по-прежнему будет составлять 4,1% в год (вероятно, больше в связи с истощением запасов других видов топлива), то запасов угля хватит только на 111 лет. Даже если бы этих запасов оставалось в 5 раз больше, то при прогнозируемых темпах потребления их бы хватило только на 39 лет.

Рис. 10.2. Полный цикл добычи природных невозполнимых ресурсов (с разрешения Американского нефтяного института. Данные взяты из кн. "Drilling and Production on Practice" 1956, рис. 11, с. 12) [1]

Заштрихованная область — конечная суммарная добыча

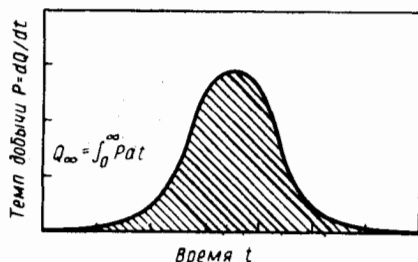


Таблица 10.1. Сравнение потенциальных ресурсов США и минимальной предполагаемой потребности к концу 2000 г. [2]

Элемент	Минимальная предполагаемая потребность (МПП) ¹ на 1968—2000 гг.	Разведанные месторождения ³	Гипотетические месторождения ⁴
Алюминий	263,1 млн. т	II	Не оценено
Асбест	29 »	V	VI
Барит	22,6 »	II	II
Хром	18,144 »	VI	VI
Глина	552,3 »	III	II
Медь	87,4 »	III	III
Фтор	34,1 »	V	V
Золото	11 532 »	III	Не оценено
Гипс	665 018 тыс. т	I	I
Железо	2975 млн. т	II	I
Свинец	33,6 »	III	IV
Марганец	42,6 »	III	Не оценено
Ртуть	2600 тыс. баллонов	V	То же
Слюда, лом	5,4 млн. т	II	I
Молибден	1,39 »	I	I
Никель	7,29 »	III	Не оценено
Фосфат	172,4 »	II	I
Песок и щебенка	51 528 »	III	Не оценено
Серебро	114 »	III	III

Элемент	Минимальная предполагаемая потребность (МПП) ¹ на 1968—2000 гг.	Разведанные месторождения ³	Гипотетические месторождения ⁴
Сера	482 »	I	I
Торий ²	0,02 »	II	Не оценено
Титан (TiO ₂)	34,5 »	II	II
Вольфрам	495 000 тыс. т	IV	IV
Уран	1 083 тыс. т	II	III
Ванадий	0,38 млн. т	II	Не оценено
Цинк	51,7 »	II	II

¹ По оценке Горнорудного управления США в 1970 г.

² МПП для тория на 1968—2000 гг. зависит от того, будет ли разработан промышленный ториевый реактор к 1980 г. (В настоящее время этот тип реактора находится в стадии разработки. *Прим. науч. ред.*)

³ Разведанные месторождения обозначают источники сырья, которые можно разрабатывать в будущем при более благоприятных экономических условиях или с помощью усовершенствованной техники.

⁴ Гипотетические месторождения означают неоткрытые, но геологически вероятные источники.

Данные о добыче и потреблении некоторых полезных ископаемых в США и во всем мире (асбеста, боксита, соли борной кислоты, хромистого железняка, угля, меди, алмазов, плавикового шпата, золота, железа, каолина, свинца, магнезита, магнезия, ртути, молибдена, природного газа, газового бензина, никеля, нефти, соли фосфорной кислоты, платины, поташа, соли, серебра, серы, талька, олова, вольфрама, урана, цинка) представлены в табл. 10.4.

Как видно, хотя потребление ископаемых в США возрастает, их доля по сравнению с объемом потребления в мировой практике (в долларном исчислении до девальвации) уменьшается, поскольку возросла добыча в остальных странах. В табл. 10.5 приводятся данные о суммарном наличии основных минералов в США, включая импорт, экспорт и утилизацию отходов.

Объемы добычи полезных ископаемых в мировом масштабе и в США, а также данные на 1970 г. об импорте в США некоторых материалов приведены в табл. 10.6; в табл. 10.7 — цифры, касающиеся импорта и экспорта некоторых видов сырья и отходов, а в табл. 10.8 — данные об экспорте в США основного сырья и продукции.

Т а б л и ц а 10.2. Количество и масса некоторых элементов, залегающих в недрах земной коры [количество, г/т; масса, т; расчет: масса×количество=общее содержание элемента] [2]

Элемент	Участки земной коры континентов									
	По всей земной коре				дно океанов		недра материков		проходческие щиты	
	Голд-смит, ⁶ г/т	Виноградов, ⁷ г/т	Ли и Яо, ⁸ г/т	т×10 ¹²	(г/т) ⁶	т×10 ¹²	(г/т) ⁸	т×10 ¹²	(г/т) ⁸	т×10 ¹²
Сурьма	1	0,5	0,62	14,9	0,91	8,1	0,45	6,8	0,46	4,9
Бериллий	6	3,8	1,3	31,2	0,83	7,4	1,5	23,8	1,5	16,7
Висмут	0,2	0,009	0,0043	0,1	0,0066	0,059	0,0029	0,041	0,003	0,029
Кобальт	40	18	25	600	37	330	18	270	19	190
Медь	70	47	63	1 510	85	760	50	760	52	550
Золото	0,001	0,0043	0,0035	0,084	0,0035	0,032	0,0035	0,052	0,0034	0,035
Свинец	16	16	12	290	10	90	13	200	13	0,14
Литий	65	32	21	500	20	180	22	320	21	220
Ртуть	0,5	0,083	0,089	2,1	0,11	0,9	0,08	1,2	0,078	0,81
Молибден	2,3	1,1	1,3	31,2	1,5	14,6	1,1	16,6	1,1	11,6
Никель	100	58	89	2130	140	1200	61	920	64	0,68
Ниобий	20	21	19	460	18	160	20	300	20	210
Платина	0,005		0,046	1,1	0,075	0,67	0,028	0,43	0,031	0,3
Селен	0,09	0,05	0,075	1,8	0,1	0,89	0,059	0,91	0,054	0,64
Серебро	0,02	0,07	0,075	1,8	0,091	0,82	0,065	0,98	0,067	0,7
Тантал	2,1	2,5	1,6	38,4	0,43	3,8	2,3	34,7	2,3	24,3
Теллур	0,0018	0,001	0,00055	0,013	0,00088	0,0078	0,00036	0,005	0,00038	0,0036
Торий	11,5	13	5,8	140	4,2	37	6,8	0,100	6,6	68

Элемент	Участки земной коры континентов									
	По всей земной коре			тх10 ¹²	дно океанов		недра материков		проходческие щиты	
	Голдсмит, ⁶ г/т	Виноградов, ⁷ г/т	Ли и Яо, ⁸ г/т		(г/т) ⁸	тх10 ¹²	(г/т) ⁸	тх10 ¹²	(г/т) ⁸	тх10 ¹²
Олово	40	2,5	1,7	40,8	1,9	16,8	1,6	24	1,5	16,3
Вольфрам	1	1,1	1,1	26,4	0,94	8,3	1,2	18,1	1,2	12,7
Уран	4	2,5	1,7	40,8	1	7,8	2,2	33	2,1	22,6
Цинк	80	83	94	2 250	120	1030	81	1220	83	870
Алюминий	81 300	80 500	83 000	1 990	84 000	747	83 000	1242	84 000	869
Барий	430	650	390	9,4	370	3,3	400	6,1	400	4,3
Хром	200	83	110	2,6	160	1,4	77	1,2	81	0,84
Фтор	800	660	450	10,8	420	3,74	470	7,1	470	5
Железо	50 000	46 500	58 000	1392	75 000	667	48 000	725	49 000	508
Марганец	1 000	1 100	1 300	31,2	1 800	16	1 000	15,2	1 100	10,6
Фосфор	1 200	930	1 200	28,8	1 400	12,5	1 200	16,3	1 200	11,4
Титан	4 400	4 500	6 400	153,6	8 100	72,1	5 300	81,5	5 500	57,1
Ванадий	150	91	140	3,36	170	1,51	120	1,85	120	1,3

¹ По оценке Управления горных разработок США (1970 г.).

² Потенциал переработки вторичного сырья $2,45A \times 10^6$ (где A — количество, г/т).

³ По оценке Управления горных разработок США (1970 г.) без учета резервов США.

⁴ Потенциал переработки ресурсов $2,45A \times 17,3 \times 10^6$ (A — количество, г/т; мировая площадь суши в 17,3 раза больше площади суши США).

⁵ По оценке Управления горных разработок США (1970 г.), на основе всемирных данных.

⁶ По Голдсмиту (1954 г.).

⁷ По Виноградову (1962 г.).

⁸ По Ли и Яо (1970 г.). Все расчеты в настоящей книге основаны на данных Ли и Яо.

Элемент						США			Мировые запасы			
	пояса	складки	недра США		недра США на глубине 1 км	запасы ресурсов ¹	потенциал ² перераб. вторсырья	отношение потенциала к запасам сырья	запасы ресурсов ³	потенциал переработки вторсырья ⁴	отношение потенциала	
			(г/т) ⁵	т×10 ¹²							(г/т) ⁵	т×10 ¹²	т×10^{9}	т×10^{9}	к запасам сырья	степень^{5} %
Сурьма	0,43	1,9	0,45	0,41	11,2	0,1	1,1	11	3,6	19	9	Неизвестно
Бериллий	1,6	7,1	1,5	1,4	38	0,073	3,7	50	0,016	64	4000	
Висмут	0,0025	0,012	0,0029	0,0025	0,07	0,013	0,007	0,5	0,081	0,12	1,5	0,86
Кобальт	16	80	18	16	440	0,025	44	1760	2,14	763	360	
Медь	46	210	50	45	1230	77,8	122	1,6	200	2120	10	3
Золото	0,0038	0,017	0,0035	0,003	0,085	0,002	0,0086	4,1	0,011	0,15	14	
Свинец	13	60	13	12	330	31,8	31,8	1	0,54	550	1000	Неизвестно
Литий	23	100	22	20	550	4,7	54	12	0,78	933	1200	
Ртуть	0,086	0,39	0,08	0,072	2	0,013—0,028	0,2	15—6,8	0,11	3,4	30	Неизвестно
Молибден	1	5	1,1	1	27	2,83	2,7	1	2	46,6	23	
Никель	53	0,24	61	55	1500	0,18	149	830	68	2590	38	1,5
Ниобий	19	90	20	20	550	Неизвестно	49	Неизвестно	Неизвестно	848	Неизвестно	
Платина	0,022	0,03	0,028	0,026	0,71	0,00012	0,07	560	0,009	1,2	133	36
Селен	0,071	0,27	0,059	0,055	1,5	0,025	0,14	6	0,695	2,5	36	
Серебро	0,062	0,28	0,065	0,059	1,6	0,05	0,16	3,2	0,16	2,75	18	354
Тантал	2,4	10,4	23	2,1	57,5	0,0015	5,6	4000	0,274	97	354	
Теллур	0,00031	0,0016	0,00036	0,00031	0,0085	0,0077	0,0009	0,11	0,054	0,015	0,3	Неизвестно
Торий	7,1	32	6,8	6	0,16	0,54	16,7	31	1	288	288	

Элемент						США			Мировые запасы			
	пояса	складки	недра США		недра США на глубине 1 км	запасы ресурсов ¹	потенциал ² перераб. вторсырья	отношение потенциала к запасам сырья	запасы ресурсов ³	потенциал переработки вторсырья ⁴	отношение потенциала	
			(г/т) ⁸	тх10 ¹²							(г/т) ⁸	тх10 ¹²
Олово	1,7	7,7	1,6	1,4	38	—	3,9	Очень высокое	5,8	68	12	0,6
Вольфрам	1,2	5,4	1,2	1,1	30	0,079	2,9	37	1,2	51	42	
Уран	2,3	10,4	2,2	2	55	0,27	5,4	20	0,83	93	112	
Цинк	77	350	81	73	2000	31,6	198	6,3	81	3400	42	4
Алюминий	82 000	373	83 000	74,5	2000	8,1	203 000	24 000	1 160	3519	3000	
Барий	390	1,8	400	0,37	10	30,6	980	32	76,4	17	223	
Хром	68	0,36	77	0,07	1,92	1,8	189	387	696	3,26	47	
Фтор	480	2,1	470	4,3	11,8	4,9	1 151	235	35	20	600	
Железо	4000	217	48 000	43,5	1200	1800	118 000	65	87 000	2035	23	
Марганец	930	4,6	1 000	0,9	24,9	1	2 450	2 450	630	42	67	
Фосфор	1 100	4,9	1 200	0,98	26,8	931	2 940	3	15 000	51	34	
Титан	5 000	24,4	5 300	4,9	1,3	25	13 000	516	117	225	2000	
Ванадий	110	0,55	120	0,11	3	0,115	294	2 560	10	5,1	500	

Расчет массы участков коры:

вся земная кора	24×10^{18} т
дно океанов	$8,9 \times 10^{18}$ т (37% земной коры)
кора континентов	$15,1 \times 10^{18}$ т (63% земной коры)
проходческие щиты	$10,6 \times 10^{18}$ т (30% материковой и 43,8% земной коры)
пояса складок	$4,54 \times 10^{18}$ т (30% материковой или 19,1% земной коры)
недра США	$0,90 \times 10^{18}$ т ($1/17$ материковой коры)
недра США на глубине до 1 км	$24,6 \times 10^{15}$ т (при средней толщине коры 36,5 км, поэтому 1 км составляет 2,74% коры США)

Таблица 10.3. Долговременность использования естественных богатств до их истощения [3]

Элемент	Объем ресурсов	Количество лет при современных темпах добычи	Прогнозируемый темп добычи, %/год	Количество лет при прогнозируемых темпах добычи	Количество лет при прогнозируемых темпах добычи и 5-кратном запасе
Алюминий	$1,17 \times 10^{11}$ т	100	6,4	31	55
Хром	$7,75 \times 10^8$ т	420	2,6	95	154
Уголь	5×10^{12} т	2300	4,1	111	150
Кобальт	$6,71 \times 10^9$ кг	110	1,5	60	148
Медь	308×10^7 т	36	4,6	21	48
Золото	$10,9 \times 10^6$ кг	11	4,1	9	29
Железо	1×10^{11} т	240	1,8	93	173
Свинец	91×10^6 т	26	2	21	64
Марганец	8×10^8 т	97	2,9	46	94
Ртуть	$3,34 \times 10^6$ баллонов	13	2,6	13	41
Молибден	$4,9 \times 10^9$ кг	79	4,5	34	65
Природный газ	$0,3 \times 10^{15}$ м ³	38	4,7	22	49
Никель	66×10^9 кг	150	3,4	53	96
Нефть	$72\,345 \times 10^9$ м ³	31	3,9	20	50
Платиновая группа	$13,3 \times 10^6$ кг	130	3,8	47	85
Серебро	$0,2 \times 10^9$ кг	16	2,7	13	42
Олово	$4,3 \times 10^6$ т	17	1,1	15	61
Вольфрам	$1,3 \times 10^9$ кг	40	2,5	28	72
Цинк	123×10^6 т	23	2,9	18	50

Таблица 10.4. Мировая добыча и потребление некоторых видов полезных ископаемых [цифры даны в миллиардах американских долларов по курсу 1968 г. (4)]

Год	Добыча					Потребление			
	мировое	США		остальные страны		США		остальные страны	
		долл.	долл.	%	долл.	%	долл.	%	долл.
1950	37,1	14,2	38,2	22,9	61,8	15,6	41,9	21,6	58,1
1953	46,6	16,5	35,5	30,1	64,5	18,5	39,7	28,1	60,3
1958	61	16,7	27,3	44,3	72,7	18,5	30,4	42,4	69,6
1963	66,6	16,8	25,3	49,8	74,7	19,4	29,1	47,2	70,9
1968	77,4	18,5	23,9	59,9	76,1	21,6	27,9	55,8	72,1

10.3. Промышленная переработка отходов

Перерабатывающая промышленность в целом представляет собой очень сложное производство из-за обилия различных процессов переработки, хотя отдельные процессы довольно просты. На рис. 10.3 показана схема прохождения отходов от «источника» образования до их промышленной утилизации. Некоторые промышленные отходы проходят участки схемы, другие — один или два в зависимости от экономических соображений и существующих ограничений, которые можно объяснить желанием отдельных отраслей промышленности застраховаться от длительных периодов падения или колебания цен на скрап и сырье и увеличения стоимости рабочей силы.

Движение скрапа в перерабатывающей отрасли промышленности показано на примере лома черных металлов на рис. 10.4. Металлолом от потребителей через перерабатывающую промышленность снова возвращается в сталелитейную промышленность для изготовления чугуна и стали. При изготовлении металлических изделий образуется некоторое количество так называемого бытового лома в виде стружек и опилок. Это отходы высокого качества, которые снова возвращаются в печь. При производстве холодильников, автомобилей и т. д., в котором используются стальные болванки, заготовки и листы, образуются отходы металлообработки отличного качества, которые также возвращаются в сферу производства для вторичного использования.

Вышедшие из употребления стальные изделия — амортизационный лом — потребитель выбрасывает вместе с огромным количеством других отходов, что создает большие трудности для

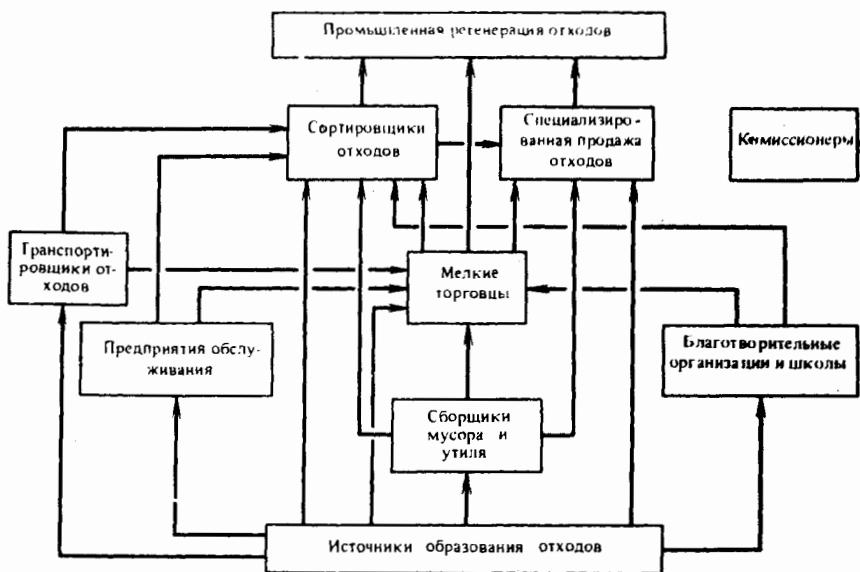


Рис. 10.3. Схема движения отходов от источника образования до промышленной регенерации [5]

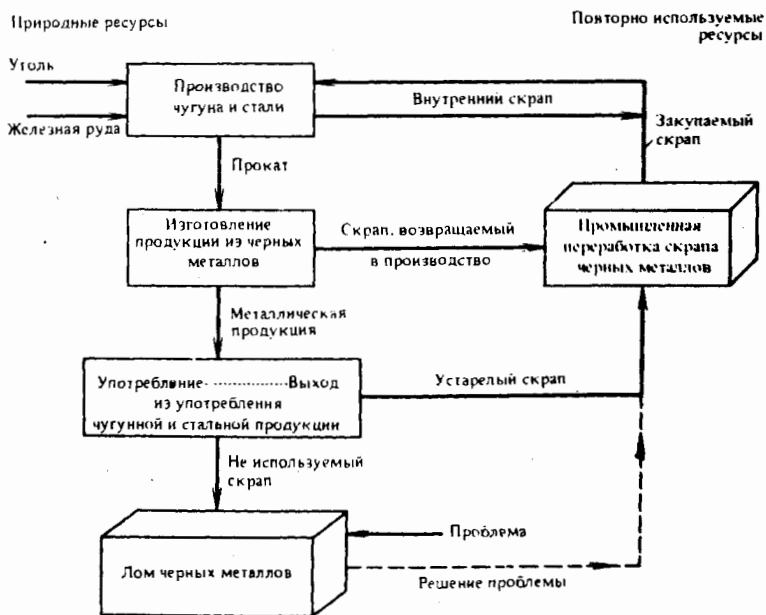


Рис. 10.4. Цикл образования и утилизации скрапа черных металлов [9]

Т а б л и ц а 10.5. Общий запас основных природных ресурсов [6]

Компоненты	Единица измерения	Суммарный чистый запас*		Относительное измерение, %	Относительный запас без вычета экспорта, %						Экспорт, % от общего запаса	
		1970 г.	1971 г.		сырье		амортизационный лом		импорт		1970 г.	1971 г.
					1970 г.	1971 г.	1970 г.	1971 г.	1970 г.	1971 г.		
Черные металлы:												
железная руда	млн. т	12,91	11,64	-9,8	66	66	-	-	34	34	4	3
доменный чугун	"	82,7	74	-10,5	100	100	-	-	1/2	1/2	1/2	1/2
стальные слитки	"	34,2	123,1	-1,5	90	86	-	-	10	14	5	3
хромит (С ₂ О ₃)	"	0,55	0,5	-8,4	-	-	-	-	100	100	6	6
кобальт	"	0,01	0,01	-8,3	54	55	-	-	46	50	8	4
марганец	"	0,75	0,79	+5,1	1	1/2	-	-	99	100	2	6
молибден	"	0,024	0,02	-11,1	100	99	-	-	1/2	1	51	49
никель	"	0,14	0,14	-1,3	8	9	9	12	83	79	17	14
вольфрам	"	0,003	0,003	-	95	95	-	-	5	5	76	24
Другие металлы:												
алюминий	"	3,52	4,04	+14,7	86	82	3	4	11	14	14	6
сурьма	"	0,034	0,03	-18,4	3	3	48	55	49	42	1	3
берилловая руда	"	С	С	С	С	С	-	-	С	С	-	-
кадмий	"	4,07	5,08	-25	73	69	-	-	27	31	4	1
медь	"	2,34	2,05	-12,3	65	66	19	20	16	14	3	2
свинец	"	1,31	1,31	-0,4	39	40	41	41	20	19	1	1
магний	"	0,08	0,09	+14,4	96	95	2	2	2	3	28	19
ртуть	34 кг	42 666	55 510	+5,4	48	28	14	27	38	45	8	12
баллоны												
платиновая группа	кг	42 439	37 448	-11,8	1	2	20	17	79	81	23	25
олово	тыс. т	65,28	62,22	-4,7	Нет данных		28	28	72	72	9	6
Концентрат ти-												

тана (TiO ₂):												
рутил	млн.т	0,2204	0,195	-11,5	-	-	-	-	100	100	-	-
ильменит		0,6504	0,52	-20,1	68	68	-	-	32	32	1/2	1/2
Концентрат урана (U ₃ O ₈)		0,0127	0,012	-7,1	93	92	-	-	7	8	-	-
Цинк	"	1,23	1,25	+2,1	40	35	7	7	53	58	1/2	1
Неметаллы:												
асбест	"	0,667	0,689	+3,3	16	16	2	-	84	84	5	6
барит неочи- щенный		1,42	1,19	-16,1	55	63	-	-	45	37	-	-
бром		0,68	0,161	+1,7	100	100	-	-	-	-	-	-
глина		48	49,67	+3,6	100	100	-	-	1/2	1/2	4	4
плавиковый шпат очищен- ный		1,22	1,21	-1,1	20	20	-	-	80	80	1	1
гипс		21,7	23,58	+8,4	75	77	-	-	25	23	1/2	1/2
слюда (исклю- чая лом)		0,1	0,108	+6,8	95	94	-	-	5	6	6	6
фосфоритная руда (P ₂ O ₅)		7,56	7,36	-2,7	99	99	-	-	1	1	31	34
поташ (эквива- лент K ₂ O)		4,29	4,35	+1,4	51	48	-	-	49	52	10	11
поваренная соль		44,5	42,88	-3,6	93	92	-	-	7	8	1	1
песок и щебень		856,4	834,6	-2,5	100	100	-	-	1/2	1/2	1/2	1/2
камень дроб- ленный		784,7	791,1	+0,8	100	100	-	-	Нет данных		1/2	1/2
сера, все формы		9,98	9,65	-3,3	85	87	-	-	15	13	13	14
тальк и сопут- ствующие ма- териалы		0,864	0,833	-3,7	97	98	-	-	3	3	10	13

С — секретные данные компаний, в общее количество они не включены.

* Чистый запас означает сумму первичного сырья, вторичной продукции и импорта минус экспорт. Общий запас — суммарное количество компонентов без вычета экспорта.

Т а б л и ц а 10.6. Объемы мировой и американской добычи полезных ископаемых и минеральных видов топлива, а также их импорта в США [6].

Материал	Мировая добыча		Добыча в США, % от мировой до- бычи	Импорт в США, % от мировой до- бычи	Добыча и импорт, % от мировой добычи	
	единица измерения	количество ¹			в 1971 г.	в 1970 г.
	Металлические руды и концентраты:					
боксит	млн. т	63,2	3,2	19,9	23,1	26,1
хромит	"	6,36	—	18,5	18,5	21,1
медь (в рудах и концентратах)	"	6,03	22,8	2,4	25,2	30,3
железная руда	"	788,8	10,4	5,2	15,6	17,8
свинец (в рудах и концентратах)	"	3,4	15,4	2,4	17,8	16,5
ртуть	тыс. 34 кг баллонов	30,5726	5,8	9,3	15,1	17,3
молибден (руды и концентраты)	млн. т	0,078	63,3	0,5	63,8	62,6
никель (в рудах и концентратах)	"	0,64	2,4	20,1	22,5	24,8
платиновая группа (Pt, Pd и т.д.)	тыс. т	126,38	0,4	18,5	18,9	19
серебро	"	9135	14,1	19,7	33,8	35,6
концентраты титана:						
ильменит	млн. т	3,38	18,4	5	23,4	27,8
рутил	"	0,377	—	51,6	51,6	52,9
концентрат вольфрама (60% WO ₂)	"	0,0366	8,5	0,5	9	14,4
цинк (в рудах и концентратах)	"	5,557	8	7,6	15,6	16,4
Выплавка металлов:						
алюминий	"	10,286	34,6	6,2	40,8	41,7
медь	"	6,111	22,3	2,4	24,7	26,3
чугун доменный	"	430,341	17,2	1/2	17,2	19,4
свинец	"	3,168	18,6	5,6	24,2	25,3
магний	"	0,233	48,1	1,3	49,4	47,3
стальные слитки и отливки	"	582,116	18,8	2,9	21,7	21,3

олово, тыс. дл.	тыс. т	231	НД	20,7	Данные отсутствуют	
окись урана ³	т	22,369	52,5	3,9	56,4	56,3
цинк	млн. т	4,608	16,7	6,4	23,1	21,1
Неметаллы:						
асбест	"	3,582	3,3	17,3	20,6	20,1
цемент	"	439,5	12	0,5	12,5	12,5
алмазы	тыс. карат	442 180	—	41,7	41,7	41,4
полевой шпат	тыс. т	22 275	29,7	1/2	29,7	27,6
полевой шпат	тыс. т	22275	29,7	1/2	29,7	27,6
плавиковый шпат	товарный	5 214	5,3	21	26,3	29,6
гипс	млн. т	53 128	17,8	10,4	28,2	27,2
слюда (включая лом)	"	0,167	69	3,8	72,8	70,2
азот сельскохозяйственный ⁴	млн. т	41,147	25,2	2	27,2	27,7
фосфатная руда	"	87,514	40,3	1/2	40,3	41,3
поташ (эквивалент K ₂ O)	"	20,066	11,7	12,5	24,2	26,1
соль ⁵	"	142,699	28	2,5	30,5	31,4
сера элементарная	тыс. т	22 966	42,5	6,3	48,8	51,6
Минеральные источники энергии:						
сырая нефть	тыс. м ³	2 808 422	19,6	3,5	23,1	24
природный газ	млн. м ³	1 315 392	51,3	2,1	53,4	60
битуминозный и бурый уголь	тыс. т	2921,74	17,8	1/2	17,8	19,5
антрацит	млн. т	180,08	4,4	2	4,4	4,9

1 Предварительные данные.

2 Уточненные данные.

3 Без учета данных по СССР.

4 По данным на конец года — 30 июня 1971 г.

5 Включая Пуэрто Рико.

**Т а б л и ц а 10. 7. Экспорт, импорт и стоимость некоторых минералов
и продукции из них¹**

Статья экспорта или импорта	Экспорт, тыс. долл.	Импорт, тыс. долл.
Нерудные минералы (неочищенные) :		
минеральные удобрения	95 528	11 168
камень, песок и щебенка	17 579	21 059
сера и необоженный железный колчедан	27 915	27244
природные абразивы (включая промышленные алмазы)	34 821	47 443
другие неочищенные минералы	137 783	169 473
И т о г о	313 637	276 387
Металлы (неочищенные и скрап) :		
железные руды и концентраты	38 147	450 644
металлолом черных металлов	215 399	13 551
руды и концентраты цветных благородных металлов	110 334	465 037
скрап цветных металлов	105 971	64 924
руды и концентраты платины и металлов платиновой группы	15 240	23 018
урановые и ториевые руды и концентраты	751	384
И т о г о	485 852	1 017 558
Минеральные источники энергии:		
уголь, кокс, торф	950 742	22 015
нефть, сырая и частично очищенная	5 971	1 861 055
продукты переработки нефти (кроме химикалий)	472 938	1 438 683
газ природный или искусственный	67 730	369 293
И т о г о	1 497 391	3 691 046
Химикалии:		
неорганические химикалии:		
элементы, окислы и галогениды	272 590	285 205
другие неорганические реактивы	149 790	66 894
радиоактивные и сопутствующие вещества (без урана и тория)	235 591	73 239
природный асфальт и неочищенные химикалии, извлекаемые из нефти, газа, угля	32 753	7 212
И т о г о	690 724	432 550
Нерудные минералы (промышленного производства) :		
известь, цемент, строительные материалы (кроме стекла и глины)	18 632	77 141
глина и огнеупорные строительные материалы	68 298	39 879
изделия из минералов (где-либо в другом месте не указаны)	82 238	34 825
И т о г о	169 168	152 845
Металлы (обработанные) :		
чугун, шпигель, губчатое же-		

Статья экспорта или импорта	Экспорт, тыс. долл.	Импорт, тыс. долл.
лезо, порошок и дробь из черных металлов, ферросплавы	31347	106 542
чугунные и стальные слитки и другие первичные формы	86 458	37 255
прутки, стержни, угольники, фасонный металл	84 113	664 635
универсали, толсто- и тонколистовая сталь	190 180	1 365 214
стальные кольца и ленты	42 620	51 449
рельсы и материалы для рельсового пути	13 124	4 204
стальная проволока, исключая прутки	13 717	128 299
чугунные и стальные трубы и фитинги	233 852	347 235
чугунные или стальные отливки или поковки	95 647	9 396
серебро, платина, металлы платиновой группы	41 060	120 441
медь и медные сплавы	265 039	460 489
никель и никелевые сплавы	57 313	272 140
алюминий и его сплавы	196 603	322 192
свинец и его сплавы	3 890	48 912
цинк и его сплавы	6 531	97 469
олово и его сплавы	7 421	167 181
металлические уран и торий и их сплавы	944	—
различные цветные благородные металлы	558 797	56 541
Итого	1 428 654	4 259 594
Всего	4 585 426	9 829 980

¹Цифры даны только для номеров по коду Международной статистической товарной номенклатуры.

возврата ценных материалов в сферу производства. Даже небольшое количество примесей может сделать металлолом непригодным для дальнейшего использования. Так, при содержании меди 0,02% ценность стального скрапа снижается практически до нуля (рис. 10.5).

Образование внутривозвратного скрапа осложняет определение фактического количества утилизируемых твердых отходов, поскольку этот скрап не всегда учитывается. Ценность тех или иных отходов со временем меняется. В настоящее время перерабатываются

Т а б л и ц а 10.8. Экспорт из США основного сырья и изделий из него [8]

Сырье и изделия	Единица измерения	1970 г.		1971 г.	
		количество	цена, тыс. долл.	количество	цена, тыс. долл.
Металлы:					
Алюминий:					
болванки, слябы, металл, не подвергнутый термообработке	тыс. т	370,6	214 780	102,188	58 040
скрап	"	51,79*	20 923*	27,914	9 995
прутки, толсто- и тонколистовой металл	"	124,977*	106 989*	128,365	111 787
отливки и поковки	"	3,119	9 068	3,24	8 245
Сульфат аммония	—	16,081	578	15,324	568
Другие соединения алюминия	"	1029,389	92 633	1020	95 578
Сурьма: металлы и сплавы, необработанная	"	0,494	634	0,93	761
Боксит и бокситовые концентраты	"	4,02	245	34,68	1 529
Бериллий	кг	18 608	1 021	18 501	1 051
Висмут: металл и сплавы	т	409,6	2 332	32	199
Кадмий	"	167,8	997	29,7	172
Хром:					
Руда и концентраты:					
экспорт	тыс. т	37,2	2 582	31,85	2 094
резкспорт	"	66,2	2 572	131,95	6 081
феррохром	"	25,4	8 259	8,19	3 620
кобальт	т	1214	5 798	545	2 108
Ниобий: металлы, сплавы и соединения	"	20,7	562	9,45	588
Медь:					
руда, концентраты, композиты и неочищенная медь (содержание меди)	тыс. т	62,907	65 869	33,51	30 672
очищенная медь и полуфабрикаты	"	226,539	370 388	196,29	267 303
другие изделия из меди	"	5,495	8 568	7,04	9 145

сульфат меди или медный купорос	"	2,254	1 543	2,56	2 078
сплавы на основе меди	"	115,75	138 327	89,13	106 829
Ферросплавы:					
феррокремний	"	40,546	11 887	23,21	5 603
феррофосфор	"	30,033	1 199	31,95	1 419
Золото:					
руда и слитки	"	3,29	3 903	17,9	23 470
очищенные слитки	"	30	33 887	23,6	27 779
Железная руда	"	5601	67 898	3,122	38 147
Чугун и сталь:					
чушковый чугун	тыс. т	280,997	18 339	31,08	2 352
основные изделия из чугуна и стали:					
полуфабрикаты	"	5981,56*	846 767*	2278,88	403 370
продукция сталеплавильных заводов	"	964,699*	528 074*	931,722	538 994
скрап черных металлов, включая материал для повторной прокатки	"	9 912*	458 848*	6 054	222 222
Свинец:					
болванки, претки, аноды	"	7 049	4 757	5 392	3 889
скрап	"	3 835	1 056	8 711	1 410
Магний:					
металлы, сплавы и полуфабрикаты	"	32 516	22 542	22 123	15 692
Марганец:					
руда и концентраты	"	18 467	2 461	50 425	2 683
ферромарганец	"	198 150	4 356	4 118	1 205
Ртуть:					
экспорт	34 кг флаги	4 653	2 133	7 232	2 789
резкспорт	то же	50	19	—	—
Молибден:					
руда и концентраты (по содержанию молибдена)	т	25 081	95 246	20 828	79 111
металлы, сплавы, материал без термообработки, скрап	"	302	802	99,9	227

Сырье и изделия	Единица измерения	1970 г.		1971 г.	
		количество	цена, тыс. долл.	количество	цена, тыс. долл.
проволока	»	48,15	1 252	63	1 212
полуфабрикаты	»	59,8	643	280	1 195
порошок	»	148	528	18,45	170
ферромолибден	»	906	3 088	610	1 978
Никель:					
сплавы и скрап (включая монельметалл), слитки, прутки, листы и т. д.	»	23 666	64 830	17 219	48 503
катализаторы	»	2 297	6 451	3 403	10 018
никелево-хромовая электрическая проволока	»	791	5 642	585	3 269
полуфабрикаты	»	1 870	9 001	2 582	12 780
Платина:					
руда, концентраты, металл и сплавы в слитках, прутках, листах, анодах и других формах, включая скрап палладий, родий, иридий, осмиридий, рутений и осмий (металлы и сплавы, включая скрап)	кг	8 388	32 978	9 946	29 432
	»	4 438	10 034		4 021
изделия из металлов платиновой группы, кроме драгоценностей	кг	—**	5 727	—**	4 769
Редкоземельные:					
цериевая руда, металл, сплавы	»	34 885	275	27 019	164

Серебро:					
руда, концентраты, отходы и пыль	»	321 625	18 102	115 568	6 164
слитки, очищенные	»	534 409	31 037	263 376	13 634
Тантал:					
руда, металл и другие формы	»	342 900	3 884	108 900	2 611
порошок	»	62 550	4 367	38 250	2 519
Олово:					
слитки, болванки, прутки и т. д.:					
экспорт	т	4 089	15 222	1 857	6 648
реэкспорт	»	452	1 701	449	1 620
оловянный скрап и другие материалы, содержащие олово (кроме жестяных отходов)	»	2 811	2 466	2 657	1 780
Титан:					
руда и концентраты	»	963 *	201 *	1 601	299
губчатый металл (включая иодидный титан и скрап)	»	2 641 *	2 588 *	1 557	1 139
промежуточная продукция и прокат	»	1 583	10 435	391	4 788
диоксид титана и красящие вещества	»	23 836 *	7 950 *	24 350	9 378
Вольфрам: руда и концентраты:					
экспорт	»	8 761	61 131	903	7 323
реэкспорт	»	84,6	341	0,45	1
Ванадий: руды, концентраты, пятиокись и т. д. (содержание ванадия)	»	876	5 808	234	1 834

Сырье и изделия	Единица измерения	1970 г.		1971 г.	
		количество	цена, тыс. долл.	количество	цена, тыс. долл.
Цинк:					
слябы, болванки, блоки	»	262	114	12 145	2 337
листы, пластины, полоски и другие формы	»	1 285	1 173	1 534	1 486
скрап (содержание цинка)	»	2 832	1 049	1 820	504
полуфабрикаты	»	23 230	5 635	5 498	2 709
Цирконий:					
руды и концентраты:	»	3 986	591	8 580	802
металлы, сплавы и соединения	»	270,015	6 284	506,352	13 054
Неметаллы:					
Абразивы:					
пыль и порошок драгоценных и полудрагоценных камней, включая алмазную пыль и порошок	тыс. каратов	7 258	18 711	7 506	18 726
алмазные осколки	»	33	154	20	94
промышленные алмазы	тыс. каратов	339	1 838	415	1 831
алмазные шлифовальные круги	»	614	3 117	526	2 932
другие естественные и искусственные металлические абразивы и изделия	»	—**	40 518	—**	37 102
Асбестовый материал:					

экспорт	т	34 794	5 340	47 501	7 571
реэкспорт	»	7 598	1 656	1 343	292
Бор: борная кислота, бораты, необработанный и очищенный материал	»	* 211 991	* 25 654	184 271	24 411
Цемент, тыс. бочонков массой по 169 кг	»	847	5 211	663	3 467
Глина:					
каолин или китайская глина	»	742 818	27 294	612 505	26 125
огнеупорная глина	»	184 047	3 464	147 360	3 566
другие виды глин	»	* 994 631	35 358	1 035 328	35 638
Плавиковый шпат	»	13 606	1 145	11 367	525
Графит	»	5 262	701	5 217	680
Гипс:					
необработанный, раздробленный или обожженный	тыс. т	37,31	1 915	37,31	2 318
изделия из гипса	»	—**	1 560	—**	1 896
Кианит и сопутствующие минералы	т	21 862	1 622	28 714	2 097
Известь	»	49 027	1 391	59 934	1 971
Слюда: листы и отходы	»	7856,823	1 422	5 472	1 209
Изделия из слюды	»	567	3 310	959	2 559
Минеральные красители: окись железа, натуральные и искусственные	»	4 154	1 621	3 625	1 680
Соединения азота (основные)	тыс. т	* 3 107	150 515	2 844	141 381
Фосфатная руда	»	10 681	89 898	11 545	94 816
Фосфатные удобрения (суперфосфаты)	»	704	28 645	682	30 464
Красители и соединения (свинца и цинка):					

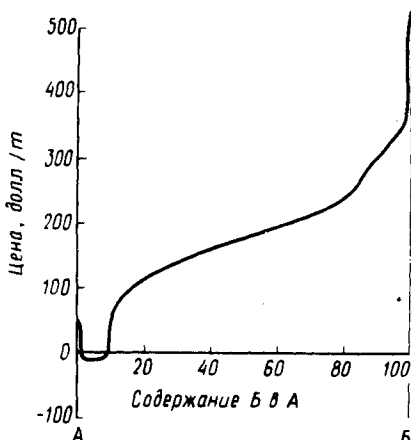
Сырье и изделия	Единица измерения	1970 г.		1971 г.	
		количество	цена, тыс. долл.	количество	цена, тыс. долл.
Свинцовые красители	т	1 379	649	1 779	833
Цинковые красители	»	7 159	2 866	6 578	2 864
Поташ:					
удобрение	»	870 540 *	28 473*	939 982	35 323
химическое вещество	»	73 143	8 450	50 221	8 072
Кварц:					
природный, кварцит, криолит и хиолит	»	610	108	392	54
Соль:					
неочищенная и очищенная	тыс. т	385	3 657	610	4 182
отправка на отдаленные территории	»	14,5	969	17,2	1 898
Натрий и его соединения:					
сульфат натрия	тыс. т	50	1 668	60	1 825
карбонат натрия	»	305	12 007	397	15 400
Камень:					
доломит в блоках	»	70	1 454	79,7	1 639
известняк раздробленный	»	1 597	3 459	1658	3 751
мрамор и другие строительные и монументальные материалы	тыс. м ³	—**	24,8	—**	25,6

камень раздробленный	тыс. т	353	3 288	532	3 871
изделия из камня	»	—**	1 318	—**	1 322
Сера:					
неочищенная	»	1 457	33 096	1562	27 844
дробленая сера, серный цвет	»	4,08	955	4,08	1 019
Тальк, необработанный и измельченный	т	95 500	5 739	123 657	4 844
Горючее:					
сажа	»	86 686	24 505	73 460	20 425
Уголь:					
антрацит	тыс. т	778	11 215	610	10 104
битуминозное топливо	»	64 559*	950 790*	51 536	891 484
брикеты	»	62,7	3 736	65,5	4 335
кокс	»	2 255*	78 327*	1 373	44 819
Природный газ	тыс. м ³	1 854 431	30 930	2 357 500	38 430
Природные жидкие газы, в том числе сжиженный нефтяной газ	т	760 616	19 046	786 036	19 417
Нефть:					
сырая нефть	»	698 740	17 225	74 200	1 563
газолин	»	121 684	10 362	206 827	15 259
реактивное топливо	»	7 308	228	24 476	898
лигроин	»	258 552	19 249	200 718	16 401
керосин	»	14 868	973	21 672	1 356
дистиллятное масло	»	192 458	5 555	338 542	12 328

Сырье и изделия	Единица измерения	1970 г.		1971 г.	
		количество	цена, тыс. долл.	количество	цена, тыс. долл.
кубовые остатки	»	2 910 747	45 734	1 934 814	40 991
смазочные масла	тыс. т	2 672*	189 555*	2 597	183 032
асфальт	»	67,8	4 668	57,68	3 449
сжиженные нефтяные газы	»	1 221	31 674	1 153	29 235
воск	»	3 031	40 862	2 784	36 017
кокс	»	5 187	97 654	4 560	106 594
химические продукты из нефтяного сырья	»	6 058*	20 076*	6 110	27 555
разное	»	167,6	21 331	159,4	20 132
Всего		—	5 664 158*	—	4 369 767

* Уточненные данные. ** Данные отсутствуют.

Рис. 10.5. Влияние примесей на ценность отходов



некоторые материалы, не относимые раньше к разряду отходов, а другие отходы, в свое время широко применяемые в хозяйстве (например, навоз), почти перестали утилизировать в связи с изменениями в экономике и технике.

10.4. Использование первичного и вторичного сырья

Рассмотрим данные о наличии и потребности в различных материалах, включая вторичное сырье.

Алюминий. Общая тенденция в области использования алюминия показана на рис. 10.6. Очевидна всевозрастающая потребность в этом металле, удовлетворяемая за счет его ввоза в США, что увеличивает необходимость в утилизации алюминиевых отходов.

В табл. 10.9 и 10.10 приводятся данные об импорте и экспорте алюминия. Удивительно, что США являются экспортёрами алюминиевого скрапа, главным образом в Западную Германию, Италию и Японию, поскольку в этих странах совсем нет алюминиевого сырья.

Общая потребность в алюминии и степень удовлетворения спроса на него видны из табл. 10.11. Источники и рынки амортизационного лома перечислены в табл. 10.12 и 10.13. На рис. 10.7 показано изменение количества добываемых и ввозимых бокситов с 1915 по 1955 г., на рис. 10.8 представлена технологическая схема переработки вторичного алюминиевого сырья. В табл. 10.14 приведены данные о потреблении алюминиевого скрапа, а в табл. 10.15 — некоторых цветных металлов.

Сурьма. Сведения о содержании вторичной сурьмы и побочного сурьмяного свинца, производимых в США, даны в табл. 10.16 и 10.17.

Бериллий. Как показано на рис. 10.9, потребность США в бериллии приходится удовлетворять, главным образом, за счет импорта. Информация об утилизации амортизационного лома, а также о бериллии приведена в табл. 10.18—10.20.

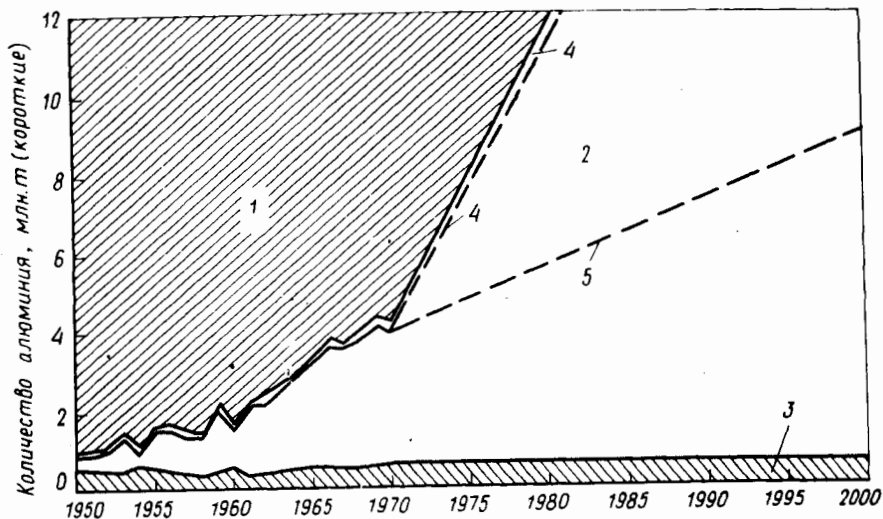


Рис. 10.6. Обеспечение потребности США в алюминии

1 — промышленная потребность; 2 — импорт скрапа; 3 — добыча алюминия; 4 — спрос на первичное сырье; 5 — тенденция потребления скрапа на 1980–2000 гг. 4

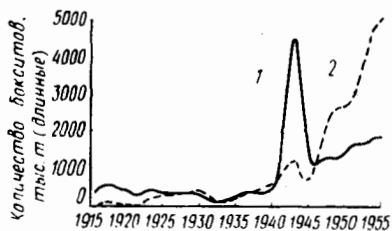
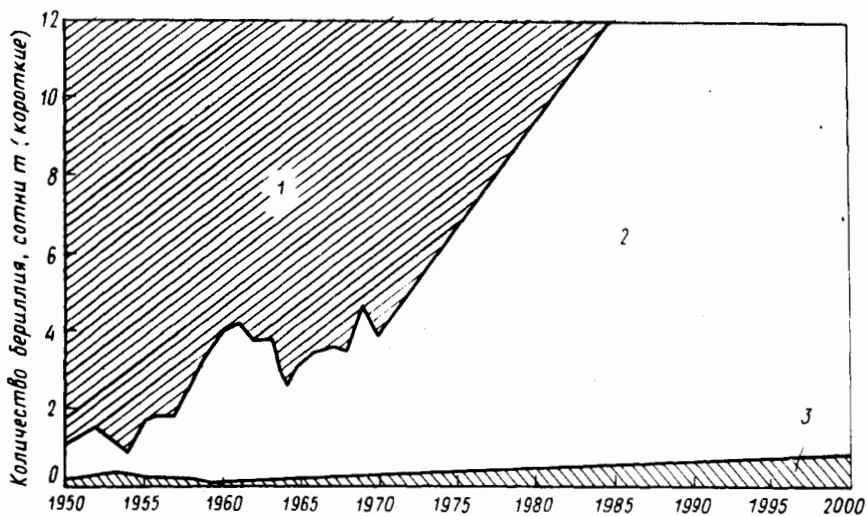


Рис. 10.7. Объем производства 1 и импорта 2, бокситов в США 11



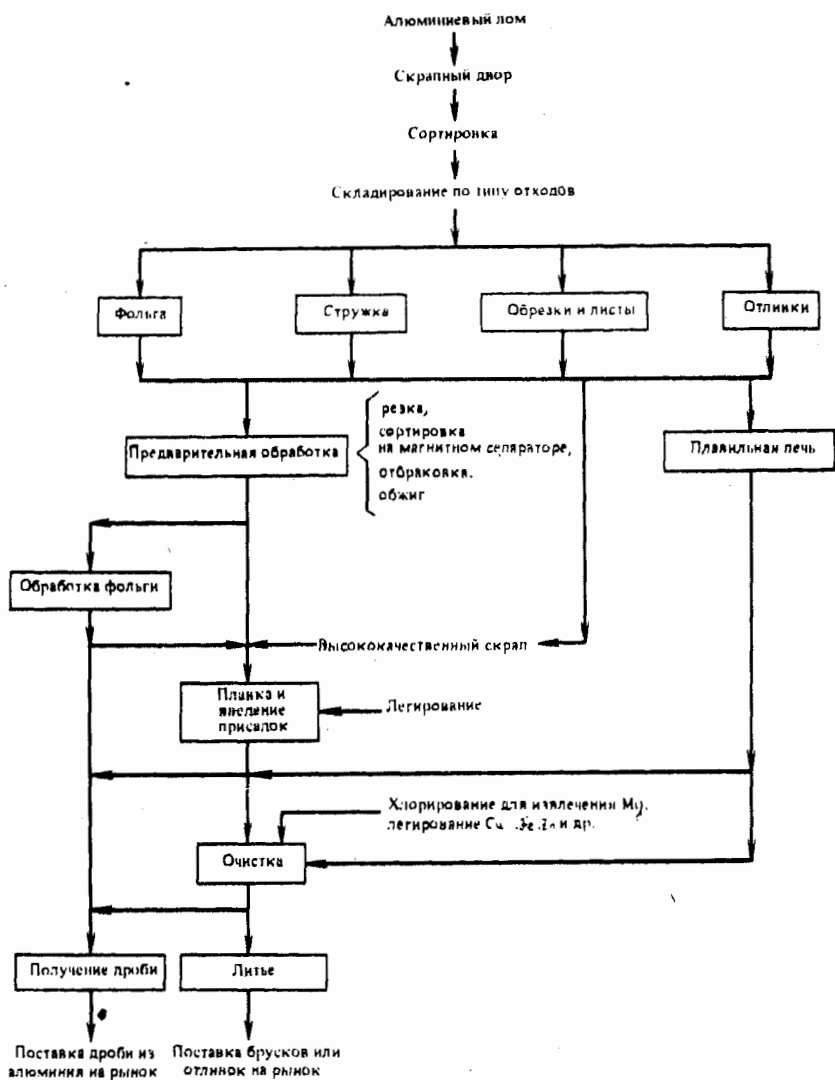


Рис. 10.8. Схема переработки алюминиевого лома [12]

Рис. 10.9. Обеспечение потребности США в бериллии

1 — потребность в первичном сырье; 2 — импорт; 3 — добыча бериллия [4]

Таблица 10.9. Статьи импорта алюминия в США из различных стран [10]

Страна	1970 г.						1971 г.					
	Металлы и сплавы, без термообработки		Толсто- и тонколистовой металл, прутки ¹		Скrap		Металлы и сплавы, без термообработки		Толсто- и тонколистовой металл, прутки ¹		Скrap	
	количество, т	цена, тыс. долл.	количество, т	цена, тыс. долл.	количество, т	цена, тыс. долл.	количество, т	цена, тыс. долл.	количество, т	цена, тыс. долл.	количество, т	цена, тыс. долл.
Австралия	55	27	220	190	—	—	108	54	151	116	—	—
Австрия	2	1	2 005	1 708	—	—	—	—	1 508	1 219	—	—
Бельгия—Люксембург	24	16	25 225	17 637	—	—	18	7	23 723	15 633	—	—
Канада	297 592	153 144	5 616	5 396	27 302	10 372	401 184	201 265	6 163	5 309	31 141	12 053
Франция	3	8	12 621	9 216	437	196	1 967	1 105	11 227	8 330	266	123
ФРГ	2	2	2 046	2 254	501	212	2	5	662	736	8 911	3 357
Греция	—	—	78	56	—	—	—	—	17	11	—	—
Италия	1	8	4 042	3 120	—	—	2	7	3 348	2 253	0,4	1
Япония	411	231	13 009	9 773	100	51	465	229	12 150	8 356	—	—
Норвегия	18 236	9 536	1 006	704	—	—	49 050	25 704	3	2	3 335	131
Польша	1 502	691	—	—	—	—	1 178	511	29	17	—	—
Испания	10	5	1 795	1 219	—	—	1 666	757	2 053	11 303	349	152
Швеция	—	—	14	25	—	—	55	21	255	202	391	168
Швейцария	—	—	87	104	—	—	1	4	204	190	348	130

Великобритания	328	355	111	184	3 148	1 514	6 123	3 722	191	235	7 299	2 906
Венесуэла	—	—	7	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Югославия	—	—	5 172	4 278	—	—	200	85	4 063	2 972	—	—
Другие страны	390	203		386	1 982	634	42 310	23 997	490	307	5 143	1 304
Всего	318 556	164 227	73 612	56 255	33 470	12 979	504 329	257 473	66 237	47 491	57 184	21 504

¹ В том числе диски, кольца, прутки, трубы и т. д.

Т а б л и ц а 10.10. Статьи экспорта алюминия из США в разные страны [10]

Страна	1970 г.						1971 г.					
	Слитки, слябы, необработанный металл		Прокат, листового металл, прутки**		Скрап		Слитки, слябы, необработанный металл		Прокат, листового металл, прутки**		Скрап	
	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.
Аргентина	26 245	16 004	589	989	2	1	9 264	5 472	135	294	—	—
Австралия	76	53	1 159	1 408	—	—	125	86	817	1 107	3	1
Бельгия—Люксембург	30 215	16 170	251	493	1 294	559	11 989	5 634	146	325	201	67
Бразилия	15 291	9 103	330	399	1	1	2 591	1 543	1 214	1 258	—	—
Канада	8 568	7 651	71 914	59 339	5 778	2416	8 341	5 439	85 346	68 379	5 868	2411
Чили	1 812	1 006	91	170	16	7	1 293	754	453	385	—	—

Страна	1970 г.						1971 г.					
	Слитки, слябы, необработанный металл		Прокат, листовой металл, прутки**		Скрап		Слитки, слябы, необработанный металл		Прокат, листовой металл, прутки**		Скрап	
	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.
Колумбия	11	16	421	404	1	(***)	4	5	169	226	2	2
Сальвадор	1 081	648	613	446	—	—	766	483	469	330	—	—
Франция	65 891	36 166	909	1 197	1 635	744	3 484	1 937	599	1 065	168	65
ФРГ	50 697	29 365	5 779	7 071	21 658	8 677	10 652	6 203	7 032	9 939	9 787	3257
Гана	33	51	1 185	974	—	—	134	234	7 869	1 424	—	—
Гонконг	4 728	2 604	77	103	10	4	376	216	78	109	32	8
Индия	2 234	1 293	37	59	—	—	8 759	4 611	215	273	—	—
Иран	1 373	755	189	220	—	—	2 862	1 601	66	122	—	—
Израиль	3 555	2 093	1 105	1 589	—	—	754	471	655	1 000	—	—
Италия	21 168	12 524	2 309	3 737	9 884	4 109	1 447	1 348	3 019	5 648	2 003	647
Ямайка	30	26	506	510	4	3	24	28	176	273	11	4
Япония	65 038	35 617	1 482	3 083	4 969	1 824	12 860	7 087	1 846	2 757	5 040	1722
Корея	2 897	1 903	86	124	324	118	374	216	142	209	742	269
Мексика	185	110	9 319	7 436	21	5	184	100	3 943	3 494	199	26

Нидерланды	4 491	2 279	1 543	2 356	505	207	581	460	3 229	3 956	371	40
Новая Зеландия	1 398	881	95	151	—	—	836	510	147	210	—	—
Пакистан	501	252	732	618	—	—	320	195	904	685	—	—
Панама	989	585	155	201	—	—	896	521	228	332	2	1
Перу	1 016	601	77	132	291	175	517	305	144	142	856	503
Филиппины	6 095	3 780	71	199	67	37	6 536	3 690	46	147	62	28
ЮАР	3 845	2 382	5 944	4 761	—	—	327	204	3 128	3 054	—	—
Испания	10	5	99	167	605	191	511	250	50	98	751	176
Швеция	2 195	1 289	3 000	2 696	184	89	839	595	849	981	46	17
Швейцария	1 331	872	295	332	56	25	535	321	239	347	—	—
Тайвань	9 281	5 239	71	106	1 673*	388*	2 652	1 402	186	270	270	78
Таиланд	5 939	3 233	66	141	1	— (***)	6 007	2 395	34	50	—	—
Великобритания	15 320	8 564	12 088	12 112	2 225	995	806	573	10 834	11 036	747	288
Венесуэла	71	86	993	1 355	9	5	54	74	1 570	1 701	3	1
Южный Вьетнам	—	—	3 384	2 461	—	—	30	17	23	38	—	—
Другие страны	18 081	11 574	5 934	7 820	736*	343	4 459	3 060	6 796	7 811	750	284
Всего	371 691	214 780	132 898*	125 359*	51 949*	20 923*	102 189	58 040	136 885	129 475	27 914	9995

* Уточненные данные.

** В том числе толстолистовой металл, прутки, поковки, выдавленные профили и полуфабрикаты.

*** Менее 1/2 единицы.

Таблица 10.11. Обеспечение потребности промышленности в алюминии в разные годы, тыс. т [4]

Год	Потребность промышленности США в алюминии	Амортизационный лом	Потребность в первичном сырье ¹	Суммарный импорт	Колесания промышленных запасов государственных и фирменных	Горная добыча в США	Добыча в остальных странах
1951	909	70	839	681	-313	871	1 669
1952	1 030	65	966	804	-263	425	2 090
1953	1 318	72	1 247	1143	-298	402	2 316
1954	956	60	895	1168	-781	509	2 684
1955	1 492	91	1 401	1158	-212	456	3 052
1956	1 471	88	1 383	1308	-368	444	3 267
1957	1 329	89	1 239	1572	-693	360	3 673
1958	1 317	73	1 244	1794	-884	334	3 885
1959	2 006	95	1 912	1810	-332	433	4 109
1960	1 529	86	1 442	1740	-806	509	5 017
1961	2 036	142	1 894	1947	-367	313	5 504
1962	2 162	152	2 010	2267	-605	348	5 862
1963	2 410	145	2 265	2027	-151	388	5 688
1964	2 688	147	2 541	2128	+4	408	6 206
1965	3 092	186	2 906	3477	-83	421	6 992
1966	3 440	170	3 270	2805	+7	458	7 643
1967	3 369	159	3 210	2826	-38	421	8 340
1968	3 574	165	3 410	2958	+27	424	8 679
1969	3 885	165	3 720	3038	+212	470	9 971
1970	3 756	161	3 595	3385	-320	531	10 881
2000	25 844	1820	25 844	.....		458	.....

¹ Включая бокситы и окись алюминия.

Таблица 10.12. Регенерация алюминиевого скрапа, 1969 г.

Источник скрапа	Количество скрапа, пригодного для регенерации, тыс. т	Количество регенерируемого скрапа	
		тыс. т	%
Строительство	71	9	13
Транспортные средства	329	100	30
Товары длительного пользования	197	25	13
Электрическое оборудование	7	6,5	93
Механизмы и оборудование	61,1	15	25
Контейнеры и упаковка	486	2	0,4
Другие источники	183	17,5	9,2
Итого	1334,1	175	13,1

Таблица 10.13. Рынки сбыта быстровозвращающегося и амортизационного скрапа [13]

Использование	Потребление скрапа, тыс. т	%
Литейные сплавы	741	69
Изделия, обработанные давлением	255	24
Экспорт	77	7
Всего	1073	100

Висмут. Некоторые статистические данные о висмуте представлены в табл. 10.21 и 10.22. Сведений о переработке висмута почти не имеется, за исключением того, что США экспортирует отходы и скрап.

Кадмий. Имеющаяся информация о кадмии приведена на рис. 10.10, сведения о переработке вторичного кадмия отсутствуют.

Сажа преимущественно используется в качестве компонента при изготовлении изделий из резины, например, автомобильных покрышек. Сажу получают, главным образом (96,1% в 1970 г.), путем сжигания углеводородного горючего вблизи холодной поверхности. Хотя старые автомобильные шины частично перерабатывают в сажу, низкие цены на углеводородное горючее (по данным на 1975 г.) делали такую переработку нерентабельной. Некоторая информация о саже приведена в табл. 10.23.

Т а б л и ц а 10.14. Потребление покупного алюминиевого скрапа и чушек, 1967 г. [5]

	Общее потребление		Твердые отходы	Отходы металло-обработки		Всего	Амортиза-ционный лом	Чушки
	т	%		стружка сверлильная и токарная	фольга, дросс, шлак			
Независимые переплав- щики алюминиевого вторичного сырья	617 145	69,9	210 166	150 595	110 170	470 391	103 773	42 441
Другие потребители	265 650	30,1	184 966	15 990	39 512	240 468	4 019	21 163
Поставщики первичного сырья	122 987	13,9						
Производство алюми- ниевых изделий	70 505	8						
Литейные заводы	67 053	7,6						
Химические заводы	5 106	0,6						
Итого	882 795	100	395 132	166 585	149 682	711 399	107 792	63 604

Примечание. Сведения приводятся на основании данных Горнорудного управления, охватывающих 84% промышленности. Общее количество использованного в 1967 г. скрапа оценивается в 1050 млн. т. Это количество учитывает весь объем скрапа, а не только чистый алюминий.

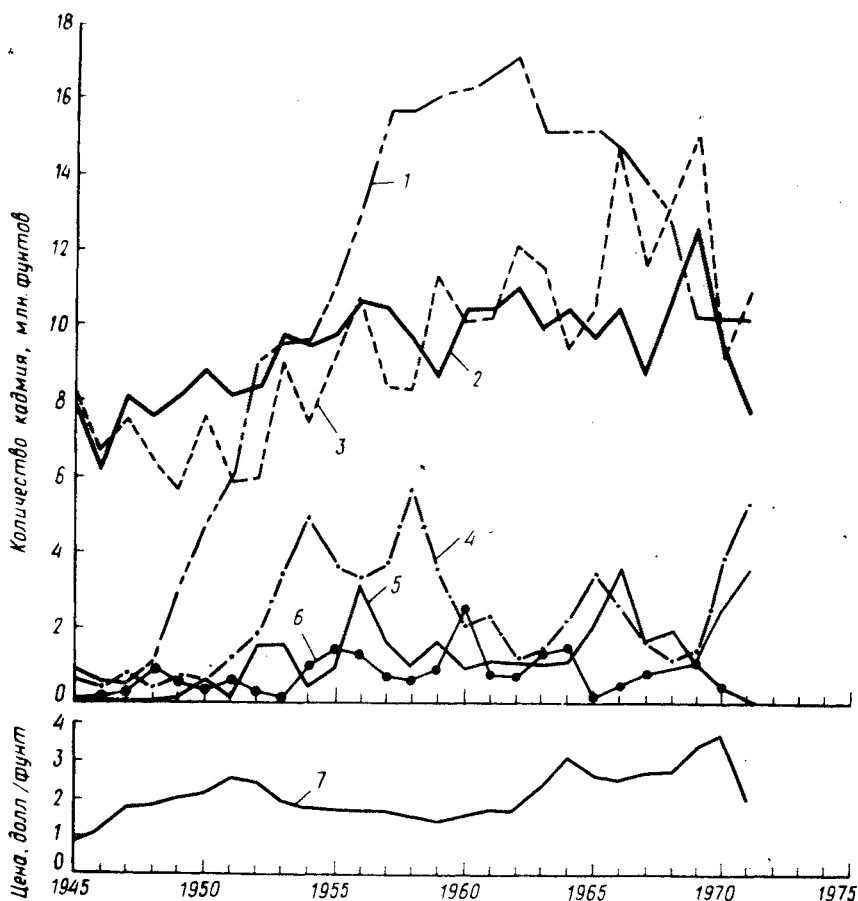


Рис. 10.10. Тенденции в производстве металлического кадмия, его потреблении, накоплении запасов в конце года, импорте, экспорте и изменении средних цен в США [15]

1 — государственные запасы; 2 — добыча кадмия; 3 — потребление; 4 — промышленные запасы; 5 — импорт; 6 — экспорт; 7 — средняя цена

Хром. Потребность США в хромовом сырье приходится удовлетворять целиком за счет импорта (рис. 10.11). Данные о переработке хромовых отходов представлены на рисунке и в табл. 10.24. Сведения о хромистом железняке, основной руде приведены в табл. 10.25, а об использовании хрома — в табл. 10.26.

Кобальт. Потребность США в кобальте в очень малой степени удовлетворяется за счет добычи в стране, причем запасы сырья будут практически исчерпаны к 1985 г. (рис. 10.12). Статистические данные по кобальту для США и всего мира приводятся в табл. 10.27, о его потреблении — в табл. 10.28, об импорте — в табл. 10.29 и о переработке вторичного сырья — в табл. 10.30.

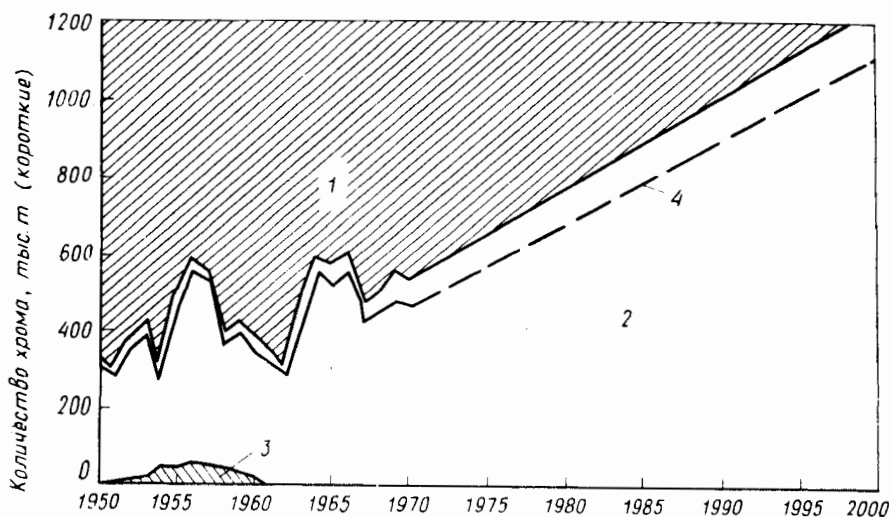


Рис. 10.11. Обеспечение потребности США в хrome [4]

1 — промышленная потребность; 2 — импорт (руда, сплавы, металлы, химикаты); 3 — добыча хрома; 4 — потребность в первичном и вторичном сырье

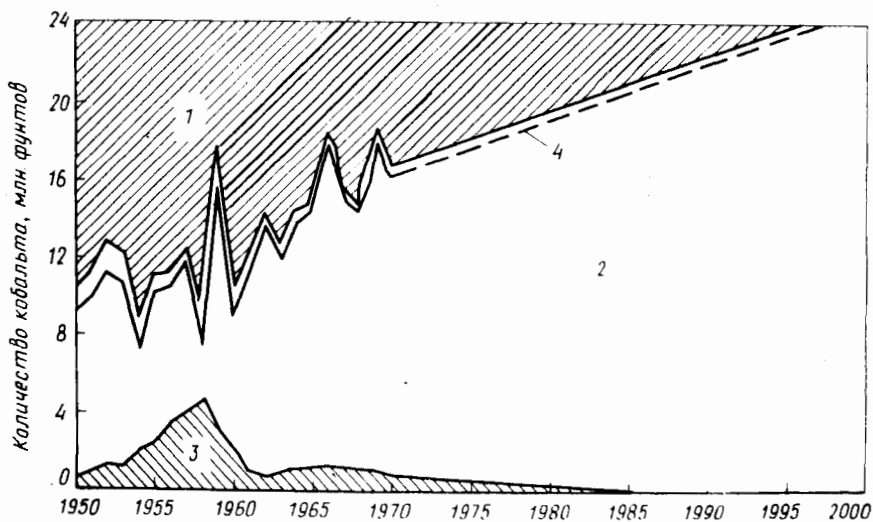


Рис. 10.12. Обеспечение потребности США в кобальте

1 — промышленная потребность; 2 — импорт кобальта; 3 — добыча кобальта; 4 — потребность в первичном сырье [4]

Таблица 10.15. Потребление некоторых цветных металлов и скрапа в 1963—1967 гг. (в тыс. т) * [5]

Материал	1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.	1967 г.
Алюминий:					
расход скрапа	648**	712**	817**	896**	883**
» алюминия	3 040	3 216	3 734	4 002	4 009
% расхода скрапа от общего количества	21,3	22,1	21,9	22,4	22
Медь:					
расход скрапа	1 360	1 513	1 735	1 868	1 541
» меди	2 573	2 779	2 921	3 200	2 913
% скрапа от общего расхода	52,9	54,4	59,4	58,4	52,9
Цинк:					
расход скрапа	202	226	264	263	244
» цинка	1 414	1 536	1 742	1 807	1 592
% скрапа от общего потребления	14,3	14,7	15,2	14,6	15,3
Свинец:					
расход скрапа	641	705	748	741	726
» свинца	1 163	1 202	1 241	1 324	1 261
% скрапа от общего расхода	55,1	30,1	30,1	30,5	34,7
Все вышеуказанные металлы:					
расход скрапа	2 851	3 156	3 564	3 768	3 394
» металлов	8 190	8 733	9 638	10 333	9 775
% скрапа от общего потребления металлов	34,8	30,1	31	30,5	34,7

* С учетом только отечественного скрапа.

** Учитывается только покупной скрап. Общее потребление алюминиевого скрапа подразумевает те количества внутризаводских алюминиевых отходов металлообработки, которые перерабатываются самим предприятием и в продажу не поступают.

Таблица 10.16. Извлечения вторичной сурьмы в США из разных видов скрапа, т [14]

Виды скрапа	1970 г.	1971 г.	Вид вторичных ресурсов	1970 г.	1971 г.
	Количество сурьмы, т			Количество сурьмы, т	
Отходы металлообработки:					
на основе свинца	2 512	2 975	Из сурьмяного свинца *	14 562	14 413
» » олова	44	66	Из других сплавов свинца	4 924	4 611
Итого	2 556	3 041	Из сплавов на основе олова	9	10
			Итого	19 495	19 034
			Стоимость, млн. долл	61,8	29,8
Амортизационный лом:					
на основе свинца	16 922	15 970			
» » олова	17	23			
Итого	16 939	15 993			
Всего	19 495	19 034			

* В том числе 203 т сурьмы, восстановленной в 1970 г., и 59 т в 1971 г. из отходов переработки первичного сырья.

Таблица 10.17. Побочный сурьмяной свинец, получаемый на заводах по очистке первичного свинца [14]

Год	Валовая масса, т	Содержание сурьмы, т				
		отечественные руды ¹	привозные руды ²	скрап	всего	
					количество	%
1967	16 933	894	499	168	1561	9,2
1968	25 810	1 183	458	184	1825	7,1
1969	22 514	1 068	663	163	1894	8,4
1970	18 598	544	348	184	1076	5,8
1971	17 914	753	276	54	1083	6

¹ Включая остатки первичного сырья и небольшое количество сурьмяной руды.

² Включая привозные слитки и некоторое количество сурьмяной руды.

Таблица 10.18. Краткие данные о бериллии, т [4]

Год	Потребность промышленности в бериллии	Амортизационный лом	Спрос на первичный бериллий	Общий импорт	Колебания промышленных запасов государственных и фирменных	Горная добыча в США	Добыча в остальных странах
1951	114	0	114	154	-57	16	222
1952	136	0	136	202	-86	19	279
1953	97	0	97	282	-212	27	268
1954	72	0	72	200	-161	24	251
1955	146	4	141	219	-96	18	299
1956	161	2	159	410	-267	16	453
1957	158	0	158	171	-32	19	390
1958	220	0	220	141	+63	16	263
1959	273	0	300	221	+67	12	393
1960	353	0	353	326	+14	13	429
1961	377	7	369	254	С	С	429
1962	336	14	322	216	С	С	365
1963	349	22	328	183	С	С	238
1964	228	4	225	125	С	С	179
1965	283	12	271	234	С	С	223
1966	318	14	305	55	С	С	166
1967	328	15	312	311	С	С	198
1968	321	26	295	103	С	С	257
1969	427	5	421	131	С	С	321
1970	346	2	344	165	С	С	304
2000	1629	18	1611	.....		75	.....

* В основном берилла.

С — данные не приводятся, чтобы не раскрывать секретные сведения отдельных фирм.

Таблица 10.19. Некоторые статистические данные о минералах бериллия [16]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.*
Соединенные Штаты, берилл, 11% BeO: добыча в рудниках, т	С	153	С	С	С

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.*
импорт, т	8655	3478	5844	4497	3663
потребление, т	6449	8412	7719**	8641**	9439
Приблизительная цена за единицу ввозимого дробленого BeO, долл.	27	31	33	32	30
Добыча низкосортной берtrandитовой руды в шт. Юта, т	—	—	С	С	С
Мировое производство берилла, т	4952	6590	8071	7559	5053

* Предварительные данные.

С — данные не приводятся, чтобы не раскрывать секретные сведения отдельных фирм.

** Включая некоторое количество берtrandитовой руды, которая, по расчетам, эквивалентна бериллу, содержащему 11% BeO.

Таблица 10.20. Государственные запасы бериллиевых материалов на конец года, т [16]

Материал	Запас		
	национальный	дополнительный	общий
Берилл 11% BeO:			
целевого назначения излишек	11 251	2 594	13 845
	3 558	1 449	5 007
Итого	14 809	4 043	18 852
Промежуточный сплав Be—Si:			
целевого назначения	—	4 322	4 322
излишек	978	1 421	2 399
Итого	978	5 743	6 722
Металлический бериллий:			
целевого назначения	—	136	136
излишек	—	72	72
Итого	—	208	208

Таблица 10.21. Некоторые статистические сведения о висмуте, кг [17]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Соединенные Штаты:					
потребление	1 131 143	1 096 955	1 139 381	994 338	741 923
экспорт *	68 707	54 209	201 568	409 623	32 034
импорт, общий	620 878	569 551	402 661	449 065	381 918
цена по нью-йоркскому курсу в среднем за партию массой 1 т, долл.	4	4	4,63	6	5,26
запасы потребителей и торговцев на 31 декабря	296 820	279 675	269 055	324 771**	498 247**
Мировое производство	3 348 450	3 740 400	3 730 050	3 783 600	3 550 950

* Включает висмут, его сплавы и отходы.

** Запасы только потребителей.

Таблица 10.22. Количество применяемого металлического висмута в США, кг [17]

Область применения	1970 г.	1971 г.
Легкоплавкие сплавы *	289 660	231 391
Металлургические присадки	162 667	163 137
Другие сплавы	5 849	7 847
Лекарственные препараты **	532 365	326 066
Экспериментальные цели	49	11 778
Другие области	3 745	1 701
Всего	994 335	741 920

* С учетом висмута, содержащегося в слитках сплава висмута со свинцом, используемых непосредственно для получения готовых изделий.

** С учетом промышленных и лабораторных химикалий и косметических средств.

Ниобий. В США, как следует из рис. 10.12, ниобий не добывается, а о мировом производстве сообщается в табл. 10.31. Данные по ниобию, касающиеся США, приводятся в табл. 10.32, а о переработке ниобия и экспорте скрапа — в табл. 10.33.

Медь. Медные копи США обеспечивают только половину потребностей страны в металле, причем разрыв между производством и спросом компенсируется, в основном, за счет утилизации скрапа. Прогноз (рис. 10.14) указывает на постоянный объем утилизации медного лома и возрастание импорта. Американская и мировая статистика представлены в табл. 10.34, а данные об обеспечении США медью и переработке скрапа — в табл. 10.35.

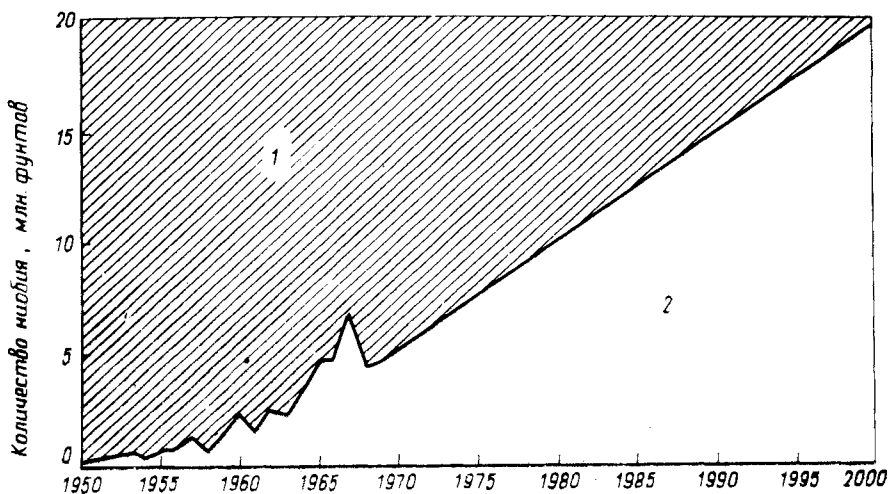


Рис. 10.13. Обеспечение спроса на ниобий в США [4]

1 — промышленная потребность; 2 — импорт

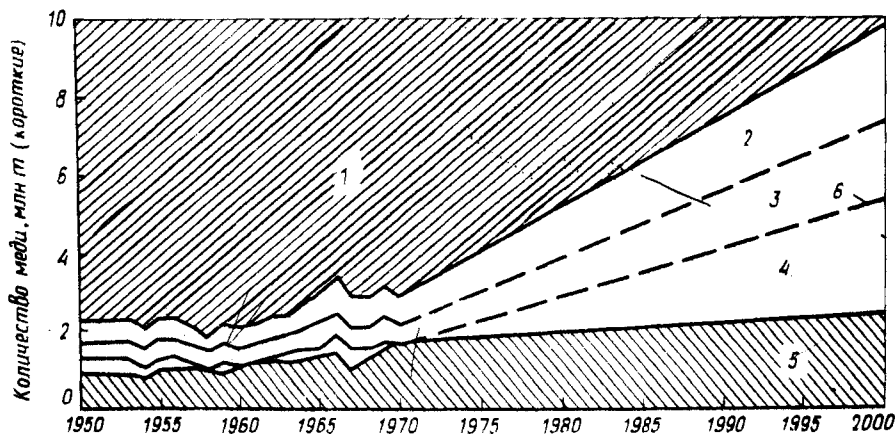


Рис. 10.14. Обеспечение спроса на медь в США [4]

1 — общая потребность; 2 — потребность в первичном скрапе; 3 — потребность в старом скрапе; 4 — импорт меди; 5 — добыча меди; 6 — потребность в первичном сырье

Более подробная информация об утилизации медного вторичного сырья сообщается в табл. 10.36—10.40. Расход меди и латуни приведен в табл. 10.41—10.42. Статьи экспорта перечислены в табл. 10.43—10.44.

Таблица 10.23. Количество сажи, получаемой из природного газа и жидкого топлива в США, т [18]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Производство сажи:					
канальным способом	67 239	64 326	59 611	51 096	20 859
методом отжига	105 048	1 200 986	1 273 855	126 792	1 336 855
Всего	1 117 728	1 265 312	1 333 467	1 319 018	1 357 710
Продажа на рынках:					
внутренних	997 265	1 164 780	1 250 077	1 192 284	1 284 087
внешних	106 215	118 404	88 291	86 686	118 460
Всего	1 103 481	1 283 185	1 338 368	1 278 970	1 357 548
Потери	251	161	2 366	418	192
Запасы промышленников на 31 декабря	118 911	100 876	93 609	133 239	133 211
Стоимость:					
производства, тыс. долл.	178 158	205 849	215 120	222 271	23 204
средняя за кг, центы	15,9	16,2	16,1	16,8	17,1

Таблица 10.24. Количество хрома, тыс. т [4]

Годы	Добыча хрома в США	Импорт		Видимая потребность в первичном сырье *	Извлечение вторичного сырья	Промышленная потребность
		руды	сплавов и химических			
1951	2	380	14	259	23	282
1952	6	446	11	324	23	347
1953	15	587	19	355	34	389
1954	39	378	9	241	20	261
1955	38	477	18	424	30	454
1956	51	572	24	500	31	531
1957	42	612	30	481	25	507
1958	36	339	17	333	22	355
1959	25	414	62	359	24	384
1960	25	356	33	321	25	347
1961	19	352	18	289	26	317
1962	0	382	24	258	29	287
1963	0	377	22	387	33	420
1964	0	402	18	498	40	538
1965	0	427	39	469	46	514
1966	0	523	70	497	52	549
1967	0	354	38	383	46	430
1968	0	311	43	410	46	457
1969	0	315	42	432	75	507
1970	0	403	27	420	61	481
2000	0	953**	66**	1019	127	1147

* Видимая потребность в первичном сырье с устранением колебаний в промышленных запасах и государственной торговле.

** Прогноз на 2000 г. составлен на основании соотношения спроса в 1970 г. к общему спросу.

Таблица 10.25. Количество хромита (статистические данные), тыс. т [19]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Соединенные Штаты:					
экспорт хромита	7	12	44	37	32
реэкспорт	143	115	136	66	132
импорт для потребления	1128	986	1006	1278	1182
потребление	1233	1198	1284	1277	995
запасы потребителей на 31 декабря	1089	830	614	667	927
Мировое производство	4587	4954	5337	6072	6312

Таблица 10.26. Потребление и запасы металлического хрома и хромовых ферросплавов в США в 1970 г. [19]

Область использования	Низкоуглеродистый феррохром	Высокоуглеродистый феррохром	Феррохром-кремний	Металлический хром	Всего
Сталь:					
углеродистая	1 369	3 569	661	С	5 596
нержавеющая и жаропрочная	86 199	63 456	44 706	149	194 510
легированная сталь (включая нержавеющую)	15 162	34 215	6 195	2 512	58 084
инструментальная сталь	437	1 562	173	С	2 172
Чугун	658	6 245	94	468	7 465
Жаропрочные сплавы	7 174	1 073	596	1 711	10 550
Сплавы (включая легированную сталь и спецсплавы):					
присадочные и поверхностно-закаливающие прутки	506	756	С	222	1 484
другие сплавы *	833	813	20	1 453	3 118
Разные другие области	3 311	3 071	132	4 139	10 652
Всего	115 649	114 760	52 577	10 654	293 631
Содержание хрома	79 302	74 321	20 229	6 585	180 437
Запасы потребителей на 31 декабря 1971 г.	9 555	8 622	2 766	1 258	22 201

С — данные не приводятся, чтобы не раскрывать секретные сведения фирм.
* Магнитные и цветные сплавы.

Таблица 10.27. Количество кобальта, т (статистические данные)

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Соединенные Штаты:					
потребление кобальта	6 289	5 849	7 023	6 136	5 625
импорт для потребления	3 696	4 080	5 809	5 587	4 910
запасы потребителей на 31.12	1 112	962	986	850	635
цена 1 кг металла, долл.	4,1	4,1	4,1—4,9	4,9	4,9—5,4
Мировое производство кобальта:	19 812	18 885	19 600	23 660	23 280

Таблица 10.28. Потребление кобальта в США, т [20]

Вид кобальта	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Металлический кобальт	5224	4745	5425	4525	4052
Окись кобальта	294	258	291	282	281
Покупной скрап	54	64	147	31	56
Соли и обезвоживатели	716	821	1159	1177	1235
Всего	6288	5848	7022	6015	5624

Таблица 10.30. Содержание кобальта по годам, т [4]

Год	Добыча кобальта в США	Нетто-импорт *	Видимая потребность в первичном сырье	Извлечение вторичного кобальта	Промышленная потребность
1951	409	4 064	4 470	402	4 872
1952	613	4 447	5 061	616	5 676
1953	566	4 270	4 837	693	5 530
1954	898	2 409	3 308	355	3 662
1955	1174	3 494	4 668	231	4 899
1956	1618	3 143	4 761	178	4 939
1957	1865	3 496	3 394	163	5 525
1958	2180	1 214	3 394	160	3 554
1959	1347	5 670	7 018	117	7 135
1960	1011	3 007	4 018	108	4 126
1961	470	4 733	5 203	80	5 283
1962	324	5 805	6 130	93	6 223
1963	427	4 974	5 401	111	5 512
1964	488	5 736	6 224	67	6 291
1965	531	5 900	6 434	39	6 473
1966	547	7 508	8 055	22	8 077
1967	526	6 323	6 849	54	6 903
1968	529	5 969	6 498	64	6 563
1969	451	7 535	7 987	148	8 134
1970	314	6 972	7 286	31	7 316
2000	0	11 115	11 115	225	11 340

* Чистый импорт за вычетом государственной торговли, промышленных запасов и экспорта

Т а б л и ц а 10.29. Импорт в США металлического кобальта и окиси кобальта различными странами, т [20]

Страна-импортер	Металлический кобальт				Окись кобальта			
	1970 г.		1971 г.		1970 г.		1971 г.	
	валовая масса, т	цена, тыс. долл.	валовая масса, т	цена, тыс. долл.	валовая масса, т	цена, тыс. долл.	валовая масса, т	цена, тыс. долл.
Бельгия—Люксембург	1 311	7 714	1 311	6 754	319	1383	326	1425
Канада	208	1 093	409	1 933	—	—	—	—
Финляндия	203	1 103	543	2 696	—	—	—	—
Франция	15	72	57	180	—	—	—	—
ФРГ	49	325	0,9	4	—	—	—	—
Нидерланды	20	70	19	76	—	—	—	—
Норвегия	357	1 748	360	1 758	—	—	—	—
Великобритания	59	187	100	212	—	1	—	1
Заир	3 118	14 308	1 870	8 674	—	—	—	—
Итого	5 340	26 020	4 670	22 287	319	1384	326	1426

Таблица 10.31. Статистические данные о ниобии, кг [21]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Соединенные Штаты:					
добыча ниобит-танталовых концентратов	С	С	С	С	С
поступления из правительственных запасов **	350 550	535 950	707 850	277 650	—
расход концентрата: содержание металлического ниобия в потребляемом сырье *	1 871 550	1 798 650	1 313 100	1 480 050	895 950
Производство первичного сырья:					
металлического ниобия	С	С	С	С	С
феррониобия и сплава ферротантала с ниобием (содержание Nb+Ta)	882 000	1 071 000	1 149 300	643 500	459 000
Расход первичного сырья:					
металлического ниобия	49 950	41 400	80 550	117 450	206 550
феррониобия и сплава ферротанталниобий (содержание Nb+Ta)	1 436 400	1 392 300	1 497 600	1 165 950	1 296 000
Экспорт:					
руды и концентраты ниобия валовой вес	—	—	—	—	—
металлический ниобий, его соединения и сплавы (валовой вес)	2 700	3 150	18 450	20 700	9 450

Импорт для потребления:

ниобиевая руда (валовой вес)	3 343 950	1 645 650	1 872 450	2 573 550	1 374 300
металлический ниобий и сплавы с ним (содержание Nb)	225	450	2 250	900	450
феррониобий (валовой вес)***	283 050	526 950	—	—	—
Мировое производство ниобий-танталовых концентратов	9 247 950	10 735 650	14 152 950	20 220 300	10 467 450

С — данные не приводятся, чтобы не раскрывать секретные сведения компаний.

* С учетом содержания ниобия в сырье, из которого ниобий не извлекается.

** С учетом материала, поступающего на рынок, как уплата натурой за продажу товара низкого качества по цене высших сортов.

*** Расчетные данные.

Таблица 10.32. Содержание ниобия [4]

Годы	Добыча ниобия в США, кг	Импорт *, кг	Промышленная потребность, тыс. кг
1951	450	89 550	900
1952	450	179 550	180
1953	1 350	223 650	225
1954	2 700	87 300	90
1955	900	206 100	207
1956	18 450	359 550	369
1957	0	550 800	551
1958	36 450	317 250	354
1959	16 200	519 300	536
1960	0	1 106 100	1106
1961	0	679 500	680
1962	0	1 134 900	1135
1963	0	1 069 200	1069
1964	0	1 637 100	1637
1965	0	2 044 800	2045
1966	0	2 142 900	2143
1967	0	2 984 850	2985
1968	0	1 938 150	1938
1969	0	2 097 000	2097
1970	0	2 275 200	2275
2000	0	8 640 000	8640

* За исключением колебаний запасов сырья, а также экспорта, государственных закупок и продажи.

Таблица 10.33. Количество экспортируемых ниобия и тантала из США [21]

Статьи экспорта	1970 г.		1971 г.	
	Количество, валовая масса, кг	Цена, тыс. долл.	Количество, валовая масса, кг	Цена, тыс. долл.
Ниобий и его сплавы, отходы, скрап	17 100	153	1 350	63
То же, обработанные давлением	3 600	409	8 100	525
Танталовые руды и концентраты	54 900	422	21 600	146
Тантал и его сплавы: обработанные давлением	13 950	1461	11 700	1175
необработанные, скрап	274 050	2001	75 600	1290
порошки	62 550	4367	7 225	2519

Таблица 10.34 Некоторые сведения о меди [22]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>Производство меди в США</i>					
Добыча руды	115 630	154 749	203 614	234 532	220 820
средний выход меди, %	0,63	0,6	0,6	0,59	0,55
Первичная медь, получаемая из:					
отечественных руд:					
на рудниках, т.	868 198	1 096 205	1 405 567	1 564 888	1 385 186
цена, тыс. долл.	729 401	1 008 195	1 468 400	1 984 484	1 583 071
на плавильных печах, т	765 622	1 123 599	1 408 221	1 460 791	1 338 442
% от мирового производства	15	20	24*	24*	22
на аффинажных заводах, т	770 361	1 056 442	1 336 689	1 384 276	1 283 576
авозимых руд и штейна (по данным аффинажных заводов), т	260 652	251 580	249 273	221 959	164 946
Всего рафинируемой меди, т	1 031 014	1 308 021	1 585 962	1 606 236	1 448 522
Медное вторичное сырье, извлекаемое только из амортизационного дома, т	439 220	473 902	523 150	458 705	405 093
Экспорт, т:					
металлической меди	201 170	285 504	219 541	248 955	239 182
очищенной меди	145 016	219 078	182 245	201 302	170 765

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Импорт, общий, т:					
необработанной меди	590 796	646 077	385 713	357 157	327 126
очищенной меди	300 820	364 253	119 366	120 250	149 229
Запасы промышленников на 31 декабря, т:					
очищенной меди	24 570	40 950	35 490	118 300	68 250
черновой меди и в растворе	200 200	247 520	264 810	309 400	275 730
Всего	224 770	291 200	303 030	427 700	343 980
Изъятие (видимое) из общих поставок, т:					
первичной меди	1 201 200	1 434 160	1 531 530	1 442 350	1 476 930
то же, и старого скрапа	1 640 730	1 908 270	2 054 780	1 900 990	1 881 880
Средняя цена, центов за 1 кг ($\times 0,45$)	86,4	93,8	106,4	129,3	115,5
<i>Мировое производство меди</i>					
В рудниках, т	4 754 168	5 133 238	5 663 676	6 036 399	6 064 312
В плавильных печах, т	5 080 349	5 506 303	5 845 785	6 125 058	6 130 070
Цена: средняя по лондонскому курсу (цент/кг $\times 0,45$)	113,7	124,7	147,2	139,9	107,7

* Уточненные данные.

Таблица 10.35. Удовлетворение спроса на вторичную медь в США, тыс. т [4]

Год	Общая потребность	Медный лом		Потребность в первичном сырье	Общий нетто-импорт	Колесания промышленных запасов государственных и фирменных	Очищенная медь из добытых руд	Добыча меди	
		отходы металло-обработки	амортизационный лом					в США	в остальных странах
1951	1986,5	435	417	1135	328	-60	866	844	1794
1952	2004,7	458	378	1169	439	-60	840	842	1906
1953	2051,1	501	382	1160	478	-165	848	843	2151
1954	1830	499	370	960	336	-141	766	851	2070
1955	2077,5	442	469	1167	316	-56	907	909	2203
1956	2110,3	526	426	1158	302	-126	983	1005	2444
1957	1941,9	476	404	1063	200	-93	956	989	2551
1958	1649,8	351	374	924	86	-73	912	891	2549
1959	1951,9	419	674	1105	325	+55	724	751	2926
1960	1799,1	401	390	1007	97	-110	1020	983	3249
1961	1898,3	399	374	1126	6	+44	1074	1060	3253

Год	Общая потребность	Медный лом		Потребность в первичном сырье	Общий нетто-импорт	Колебания промышленных запасов государственных и фирменных	Очищенная медь из добытых руд	Добыча меди	
		отходы металлообработки	амортизационный лом					в США	в остальных странах
1962	2072,1	460	378	1233	146	-17	1105	1178	3319
1963	2183,1	502	384	1297	168	+19	1109	1104	3400
1964	2419,7	563	431	1425	200	+79	1146	1135	3517
1965	2608,1	673	467	1468	171	+81	1216	1230	3610
1966	2980,2	766	487	1727	226	+269	1231	1300	3691
1967	2540,7	692	439	1410	444	+222	771	868	3886
1968	2558	682	474	1401	396	-51	1056	1096	4037
1969	2818,3	752	523	1543	186	+20	1337	1406	4248
1970	2566,2	677	459	1430	141	-95	1384	1565	4411
2000	8827	2366	1547	4914	.....	.....	.....	2548	.....

Таблица 10.36. Извлечение вторичной меди в США, т

Источник вторичного сырья	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Из медьсодержащих продуктов	384 979	394 067	468 279	474 234	390 471
Из сплавов *	670 536	714 622	783 419	661 083	701 628
Всего	1 055 515	1 108 689	1 251 698	1 135 317	1 092 109
Из скрапа:					
быстровозвращающегося	616 295	634 786	728 548	676 613	687 016
амортизационного	439 219	473 902	523 149	459 432	405 092
% от добычи в рудниках	111	91	80	66	71

* В том числе медь, извлеченная из химикалий в количестве 4518, 4328, 3479, 2297 и 2917 т соответственно в 1967—1971 гг.

Таблица 10.37. Извлечение меди из разных видов скрапа, т [22]

Тип скрапа	1970 г.	1971 г.	Источник вторичного сырья	1970 г.	1971 г.
Отходы металлообработки на основе:			Из медьсодержащих продуктов:		
меди	666 170	677 307	на заводах-изготовителях первичного сырья	410 425	311 686
алюминия	10 315	9 558	на других заводах	63 809	78 790
никеля	115	150	Итого	474 234	390 476
цинка	13	—	Из латуни и бронзы	632 894	671 410
Итого	676 613	687 015	Из легированной стали	2 550	3 020
Амортизационный, на основе:			Из сплавов алюминия	23 219	24 107
меди	453 876	399 350	Из химических соединений	2 298	2 917
алюминия	4 072	5 198	Из других сплавов	121	176
никеля	720	467	Итого	661 082	701 630
олова	10	7	Всего	1 135 316	1 092 106
цинка	25	69			
Итого	458 703	405 091			
Всего	1 135 316	1 092 106			

Таблица 10.38. Получение очищенной меди из скрапа и сплавов на медной основе, т

Источники получения меди	Скрап				Всего	
	отходы металло- обработки		амортизационный лом			
	1970 г.	1971 г.	1970 г.	1971 г.	1970 г.	1971 г.
Плавка вторичного сырья	48 020	53 454	195 157	202 765	243 177	256 219
Получение первичной меди	212 643	175 074	197 782	136 611	410 425	311 685
Латунный прокат	394 213	436 002	15 373	22 612	409 586	458 614
Литейные цеха и заводы-изготовители изделий	10 701	12 352	43 857	34 910	54 558	47 262
Химические заводы	590	423	1 705	2 424	2 295	2 847
Всего	666 167	677 305	453 874	399 322	1 120 041	1 076 627

Таблица 10.39. Получение вторичной меди и ее сплавов в США, т [22]

Продукция, получаемая из скрапа	1970 г.	1971 г.
<i>Из медьсодержащих продуктов</i>		
Очищенная медь, получаемая при обработке первичного сырья	410 425	311 685
То же, при плавке вторичного сырья	55 138	52 916
Медный порошок и черная медь	8 553	25 801
Медные отливки	117	72
Итого	474 233	390 474
<i>Из легированной меди</i>		
Латунные и бронзовые слитки:		
оловянная бронза	20 688	21 455
красная и полукрасная латунь с добавкой свинца	138 185	150 526
оловянная бронза с высоким содержанием свинца	26 516	22 830
желтая латунь	14 312	16 457
Марганцевая бронза:	9 909	10 203
алюминиевая бронза	6 597	6 706
нейзильбер	3 389	3 240
бронза и латунь с добавкой кремния	3 978	3 729
легирующие добавки на основе меди	9 354	8 921
Итого	232 933	244 067
Латунный прокат	534 976	577 091
Бронзовые и латунные отливки	47 400	31 498
Бронзовый порошок	1 605	1 972
Химические соединения с медью	2 297	2 915
Всего	1 293 444	1 248 017

Таблица 10.40. Состав продукции, получаемой из медного легированного вторичного сырья, т [22]

	Медь	Олово	Свинец	Цинк	Никель	Алюминий	Всего
Латунная и бронзовая продукция ¹							
1970 г.	183 145	10 182	14 661	24 327	560	58	232 933
1971 г.	189 236	10 465	15 303	28 404	620	41	244 069
Содержание вторичного металла в латунном прокате:							
1970 г.	410 189	434	2 904	110 168	4 226	53	534 974
1971 г.	450 240	399	2 654	118 116	5 642	39	577 090
Содержание вторичного металла в латунных и бронзовых отливках:							
1970 г.	37 574	1 777	5 080	2 910	9	50	47 400
1971 г.	25 457	994	2 511	2 479	7	48	31 496

¹ Около 93% из скрапа и 7% из латунных источников.

Таблица 10.41. Запасы и потребление покупного медного скрапа в США в 1971 г., т [22]

Область применения и вид скрапа	Запасы на 1 января	Поступления скрапа	Потребление скрапа			Запасы на 31 декабря
			отходы металлообработки	амортизационный лом	всего	
<i>Заводы по плавке вторичного сырья</i>						
Проволока № 1 и тяжелая медь	2 024	28 587	2 584	25 420	28 004	2 606
Проволока № 2 и смесь легкой и тяжелой меди	1 551	59 869	10 432	48 100	58 532	2 887
Арматурная или красная латунь	2 964	71 564	16 758	54 604	71 362	3 167
Корпуса железнодорожных вагонов	237	1 514	—	1 441	1 441	391
Желтая латунь	4 325	59 095	6 753	51 701	58 454	4 967
Латунные детали и гильзы	69	160	—	133	133	106
Автомобильные радиаторы с невыделенной влагой	1 363	51 439	—	50 871	50 871	1 931
Бронза	2 614	23 030	3 854	19 469	23 323	2 321
Нейзильбер	574	3 889	670	3 322	3 992	472
Латунь с содержанием 20% Zn и 80% Cu	830	3 584	2 934	889	3 823	592
Алюминиевая бронза	132	261	146	113	259	135
Низкосортный скрап и остатки	6 292	90 713	62 808	22 376	85 184	11 824
Всего	22 975	393 715	106 939	278 439	385 378	31 319

Литейные, химические и другие заводы

Проволока № 1 и тяжелая медь	1 854	19 886	6 139	13 454	19 593	2 146
Проволока № 2, смесь легкой и тяжелой меди	1 295	11 764	3 196	8 428	11 624	1 427
Литейная или красная латунь	619	5 145	1 744	3 076	4 820	944
Корпуса вагонов	348	9 007	—	8 109	8 109	1 246
Желтая латунь	687	5 545	2 321	3 190	5 511	721
Автомобильные радиаторы с невыделенной влагой	538	8 586	—	8 266	8 266	858
Бронза	208	770	263	470	733	245
Нейзильбер	3	23	18	4	22	3
Томпак	27	424	197	223	420	31
Алюминиевая бронза	37	419	246	170	416	40
Низкосортный скрап и остатки	512	401	259	232	491	422
Всего	6 128	61 970	14 393	45 622	60 015	8 082
Томпак	4 157	45 161	45 161	—	45 161	3 347
Алюминиевая бронза	86	397	397	—	397	107
Всего	52 730	595 267	570 673³	24 594²	595 267	43 938

Область применения и вид скрапа	Запасы на 1 января	Поступления скрапа	Потребление скрапа			Запасы на 31 декабря
			отходы металлообработки	амортизационный лом	всего	
<i>Общий итог</i>						
Проволока № 1 и тяжелая медь	17 496	267 650	182 080	88 873	270 954	14 682
Проволока № 2, смесь легкой и тяжелой меди	29 336	260 677	166 696	106 188	272 884	16 852
Литейная или красная латунь	3 583	76 709	18 502	57 679	76 181	4 110
Корпуса вагонов	584	10 521	—	9 550	9 550	1 555
Желтая латунь	27 952	280 280	224 714	54 890	279 604	20 254
Латунные детали и гильзы	10 519	131 027	125 051	5 940	130 991	10 132
Автомобильные радиаторы с невыделенной влагой	1 901	60 024	—	59 136	59 136	2 789
Бронза	3 562	28 232	8 548	19 940	28 488	3 234
Нейзильбер	3 236	25 524	22 300	3 326	25 626	3 792
<i>Производители первичного сырья¹</i>						
Проволока № 1 и тяжелая медь	5 239	78 106	49 884	32 401	82 285	1 060
Проволока № 2, смесь легкой и тяжелой меди	23 179	152 947	118 151	48 472	166 623	9 503
Рафинировочная латунь	612	5 654	4 372	1 266	5 638	628

Низкосортный скрап и остатки	38 382	201 946	42 592	172 485	215 077	25 251
Всего¹	67 412	438 653	214 999	254 624	469 623	36 442
<i>Латунный прокат</i>						
Проволока № 1 и тяжелая медь	8 380	141 071	123 472	17 599	141 071	8 870
Проволока № 2, смесь легкой и тяжелой меди	3 311	36 096	34 908	1 188	36 096	3 035
Желтая латунь	22 939	215 640	215 640	—	215 640	14 566
Латунные гильзы	10 450	130 858	125 051	5 807	130 858	10 026
Бронза	739	4 432	4 432	—	4 432	670
Нейзильбер	2 668	21 612	21 612	—	21 612	3 317
Томпак	5 014	49 170	48 293	1 112	49 405	3 969
Алюминиевая бронза	255	1 076	788	283	1 071	282
Низкосортный скрап и остатки ³	45 798	298 715	110 029	196 359	306 388	38 124
Всего	149 246	1 489 605	907 001	603 277	1 510 288	119 775

¹ Запасы латунного проката включают быстровозвращающийся скрап. Потребление покупного скрапа принимается равным поступлению, поэтому цифры в разделах «Латунный прокат» и «Общий итог» не сбалансированы.

² Из указанного суммарного количества на долю химических заводов приходится 445 т нелегированного быстровозвращающегося и 2706 т амортизационного скрапа.

³ С учетом рафинировочной латуни.

Таблица 10.42. Статьи экспорта меди из США в различные страны [22]

Страна	Руды, концентраты и штейн (содержание меди)		Очищенная медь		Скрап		Черновая медь	
	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.	количество, т	стоимость, тыс. долл.
1970 г.	55 600	58 396	201 302	296 929	15 065	15 228	7 102	7 503
1971 г.:								
Африка	—	—	0,9	1	15	19	—	—
Аргентина	—	—	105	126	—	—	—	—
Бельгия—Люксембург	1 076	832	4 346	4 592	2 269	2 118	11 687	9 458
Бразилия	10	7	17 235	19 486	19	19	—	—
Канада	4 885	6 296	14 013	16 133	3 554	3 025	115	110
Дания	—	—	526	581	—	—	—	—
Франция	—	—	19 956	22 241	59	53	—	—
ФРГ	—	—	39 141	41 147	3 521	3 519	14 118	12 492
Индия	—	—	13 333	14 940	243	252	50	54
Италия	—	—	22 139	24 189	692	615	—	—
Япония	742	438	9 526	10 042	1 910	1 789	—	—
КНДР	—	—	1 406	1 629	1 177	1 163	—	—
Мексика	204	441	15	26	373	266	—	—
Нидерланды	—	—	6 468	7 435	39	22	—	—
Тихоокеанские острова	—	—	26	35	—	—	7	7
Пакистан	—	—	350	403	—	—	25	23
Филиппины	—	—	1 201	1 689	—	—	—	—
Испания	478	416	28	41	2 280	2 184	110	95
Швеция	—	—	2 291	1 428	70	66	—	—
Швейцария	—	—	1 655	2 009	—	—	0,9	1
Тайвань	—	—	4 483	5 160	64	54	—	—
Великобритания	—	—	12 051	13 085	197	183	1,8	2
Югославия	—	—	370	410	39	43	—	—
Другие страны	—	—	106	140	255	231	—	—
Итого	7 395	8 430	170 771	187 949	16 776	15 621	26 115	22 242

Трубы и трубопроводы		Плоские заго- товки и листы		Оголенные провода и кабели		Изолированные провода и кабели		Другие виды медной продукции *	
коли- чество, т	стои- мость, тыс. долл.	коли- чество, т	стои- мость, тыс. долл.	коли- чество, т	стои- мость, тыс. долл.	коли- чество, т	стоимость, тыс. долл.	коли- чество, т	стои- мость, тыс. долл.
968	2491	326	655	2714	3973	21 478	66 327	5512	8568
52	142	—	—	57	129	1 372	2 809	117	281
—	—	—	—	110	185	85	323	—	—
2	2	—	—	21	29	92	964	3	7
5	20	>0,4	1	5	14	363	1 087	50	60
503	960	198	376	331	731	9 493	32 457	571	917
>0,4	1	—	—	—	—	33	205	—	—
106	299	4	22	12	19	440	699	4	10
0,9	1	4	10	42	74	230	1 367	43	66
129	300	—	—	4	3	4	23	28	33
0,9	1	4	12	0,9	2	88	689	31	41
2	7	3	6	13	32	120	745	3	7
3	8	—	—	32	48	124	302	0,9	1
15	49	12	34	136	265	2 758	10 297	56	156
0,9	3	—	—	2	4	278	979	13	28
0,9	1	—	—	19	49	220	730	21	31
32	72	—	—	4	10	46	110	1482	1897
37	75	4	16	33	59	770	1 823	68	85
7	23	—	—	4	11	74	295	3	5
—	—	—	—	34	69	60	329	—	—
—	—	4	11	0,9	1	83	330	80	103
7	33	—	—	62	42	230	992	4	8
13	34	3	8	25	51	258	1 747	18	4
—	—	—	—	—	—	5	26	—	—
218	503	24	56	804	380	5 151	13 738	4454	5426
1135	2541	261	550	1748	3207	22 377	73 057	7050	914

* Без учета объема экспорта проволоочной сетки, составляющего 106 988 м₂ 1970 г. (476 767 долл.) и 136 796 м₂ в 1971 г. (495 858 долл.).

Таблица 10.43. Потребление меди и латуни в США, т [22]

Материал	Производители первичного сырья	Латунный прокат	Проволочный стан	Литейные, химические и другие заводы	Плавка вторичного сырья	Всего
Медный скрап	641 980	543 327	—	70 562	336 317	1 592 187
	469 614	595 267	—	60 016	385 374	1 510 281
Очищенная медь **	—	601 121	1 218 253	33 614	—	1 859 406
	—	596 671	1 205 654	29 067	6 269	1 837 751
Латунные слитки	—	5 646	—	228 079 ***	—	233 724
	—	11 970	—	239 535 ***	—	251 505
Цинковые плоские заготовки	—	103 290	—	5 898	7 062	116 250
	—	124 108	—	6 304	6 530	136 942
Разные материалы	—	—	—	136	4 604	4 740
	—	—	—	136	5 733	5 870

* В числителе приводятся данные за 1970 г., а в знаменателе — за 1971 г.

** Отгрузка меди на литейные заводы, за исключением запасов скрапа на литейных заводах.

*** Подробную информацию о потреблении очищенной меди см. в табл. 36.

Таблица 10.44. Объем экспорта меди из США [22]

Год	Руды, концентраты и штейн (содержание меди)		Черновая медь		Очищенная медь и полуфабрикаты		Другие заводы — изготовители медных изделий *		Всего	
	т	тыс. долл.	т	тыс. долл.	т	тыс. долл.	т	тыс. долл.	т	тыс. долл.
1969	1 071	1 195	3 949	3 918	215 592	303 386	4 188	6 160	224 800 *	314 659
1970	55 999	58 366	7 102	7 503	226 787	370 388	5 512	8 568	295 400	444 825
1971	7 395	8 430	26 115	22 242	196 292	267 303	7 049	9 145	236 851	307 120

* Без учета объема проволочной сетки, составляющего 75 786 м² (480 389 долл.) в 1969 г., 103 648 м² (476 767 долл.) в 1970 г. и 132 525 м² (495 858 долл.) в 1971 г.

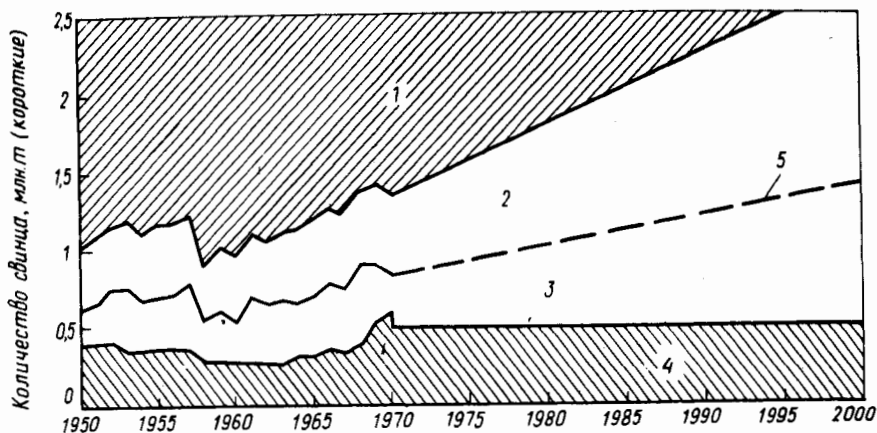


Рис. 10.15. Обеспечение потребности США в свинце [4]

1 — промышленная потребность; 2 — потребность в старом скрапе; 3 — импорт свинца;
4 — добыча свинца; 5 — потребность в первичном сырье

Свинец. Значительное количество свинца получают при переработке автомобильных аккумуляторов. Прогноз (рис. 10.15) указывает на сохранение уровня добычи металла и увеличение доли импорта. Однако ограничение на использование свинца в автомобильном горючем (во избежание загрязнения воздуха) может привести к сокращению этой статьи импорта. Более подробные сведения о спросе на свинец, расходе скрапа, добыче сырья в США и во всем мире включены в табл. 10.45. Цифры о добыче свинца по годам и категориям даны в табл. 10.46. О колебаниях цен на свинец видно из рис. 10.16. Более подробные сведения об утилизации свинцового лома сообщаются в табл. 10.47—10.49; в табл. 10.50 показаны области применения свинца.

Магний. В настоящее время производство магния в США обеспечивает потребность промышленности (рис. 10.17). Данные о чистом импорте, утилизации скрапа (незначительной), спросе на металл и его производстве сообщаются в табл. 10.51. Другие сведения о магнии и утилизации отходов приводятся в табл. 10.52—10.53.

Марганец. Согласно прогнозу, добыча марганца в США должна прекратиться к 1980 г. (рис. 10.18). Сведения о производстве марганца, импорте и потребности страны представлены в табл. 10.54. Другие статистические сведения даны в табл. 10.55. Информации о переработке отходов не имеется.

Ртуть не относится к числу твердых отходов, но входит в их состав в виде примеси. Американская статистика по годам о потребности страны в ртути, ее добыче и утилизации ртутных отходов приводится в табл. 10.56 наряду с информацией о мировом производстве ртути.

Таблица 10.45. Свинец, т [4]

Год	Промышленная потребность	Амортизационный скрап	Потребность в перационном сырье	Общий импорт	Колебания промышленных запасов государственных и фирменных	Выплавка отечественной руды	Добыча руды в США	Добыча в остальных странах
1951	981	402	579	238	—13	328	353	1367
1952	1059	375	684	550	—226	360	355	1492
1953	1084	390	693	487	—101	308	312	1599
1954	1005	387	618	407	—86	298	296	1770
1955	1056	408	647	392	—42	297	308	1904
1956	1061	406	655	417	—86	324	321	1945
1957	1109	393	716	469	—78	326	308	2095
1958	811	312	499	524	—278	252	243	2114
1959	919	358	561	348	+3	211	233	2106
1960	863	371	491	327	—44	209	225	2159
1961	987	356	632	390	—33	274	238	2155
1962	954	358	596	362	—3	237	216	2300
1963	1003	388	614	351	+41	222	230	2322
1964	1020	428	592	325	+77	190	260	2228
1965	1086	451	635	302	+53	280	274	2426
1966	1154	441	712	370	+46	296	298	2559
1967	1116	434	682	439	+3	240	288	2586
1968	1255	429	826	411	+83	332	327	2675
1969	1281	470	812	368	—34	478	463	2743
1970	1215	460	754	344	—78	489	521	2883
2000	2484	1183	1301	.....	.....	.....	428	.....

Молибден. В 1975 г. производился более, чем в достаточном количестве, и никакой информации о регенерации скрапа не имеется. Сведения о молибдене приведены в табл. 10.57.

Никель. Информация о производстве никеля, его ввозе и переработке скрапа сообщается в табл. 10.58 и на рис. 10.19. Некоторые другие сведения, в том числе и о расходе никелевого скрапа, даны в табл. 10.59—10.63.

Таблица 10.46. Статистические сведения о свинце, т [23]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>Соединенные Штаты</i>					
Производство свинца:					
из отечественных руд	288 407	328 832	463 202	520 308	526 481
цена, тыс. долл.	88 741	94 903	151 635	178 609	159 679
Первичный свинец (очищенный) из руд:					
отечественных	235 241	317 625	467 677	480 558	521 450
привозных	110 462	107 627	113 499	126 184	70 064
сурьмяной свинец (содержание первичного свинца)	8 266	17 740	14 788	10 606	14 666
вторичный свинец (содержание Pb)	503 932	501 300	549 554	543 625	543 085
Импорт, общий:					
свинец в виде руды и штейна	112 901	79 931	99 419	102 289	60 058
свинец в слитках	518	7	1 814	269	37
свинец в чушках, прутках и скрапе	340 237	313 587	259 661	228 847	181 063
Экспорт без скрапа	5 948	7 536	4 521	7 050	5 392
Запасы на 31 декабря (содержание свинца):					
на плавильных и аффинажных заводах	114 186	82 288	92 623	175 616	110 711
на заводах-потребителях	96 265	71 799	115 028	121 487	114 275

Потребление первичного и вторичного металла

Цена средняя по нью-йоркскому курсу, центов за кг

Мировое производство

В рудниках

На плавильных печах

Цена средняя по лондонскому курсу, центов за кг

1 147 070	1 209 199	1 264 316	1 238 102	1 302 678
31,1	29,3	33,1	34,9	30,1
2 875 002	3 016 643	3 236 016	3 390 386	3 414 135
2 895 908	2 957 968	3 233 647	3 296 298	3 177 969
22,8	24,1	29,0	30,6	25,6

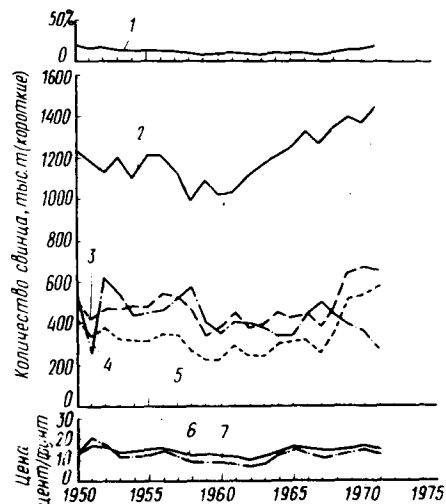


Рис. 10.16. Тенденции в развитии промышленности по производству свинца в США [23]

1 — объем производства свинца, % от мирового производства (очищенные отечественные руды); 2 — общее потребление; 3 — общий объем производства очищенного первичного сырья; 4 — импорт металла; 5 — добыча руды; 6 — цена по нью-йоркскому курсу; 7 — цена по лондонскому курсу

Т а б л и ц а 10.47. Вторичные металлы, извлеченные¹ из различных видов свинцового и оловянного скрапа в США в 1971 г., валовая масса, т

	Свинец	Олово	Сурьма	Другие металлы	Всего
Очищенный чушковый свинец	111 919	—	—	—	111 919
Перетопленный свинец	24 702	—	—	—	24 702
Итого	136 621	—	—	—	136 621
Очищенное чушковое олово	—	2 295	—	—	2 295
Перетопленное олово	—	73	—	—	73
Итого	—	2 368	—	—	2 368
Сплавы свинца и олова:					
сурьмяной свинец	311 867	643	14 413	439	327 364
обычный баббит	14 084	748	1 335	53	16 221
баббит из натурального сырья	36	167	10	2,5	216
припой	31 790	5 587	534	94	38 007
типографский металл	21 271	1 224	2 639	0,91	25 136
свинец для кабелей	12 949	1,82	89	—	13 040
разные сплавы	723	95	14	54,6	887
Итого	392 720	8 466	19 034	644	420 871
Содержание олова в химических продуктах	—	623	—	—	623
Всего	529 341	11 457	19 034	644	560 480

¹ В основном данные обозначают фактическое извлечение металла из скрапа.

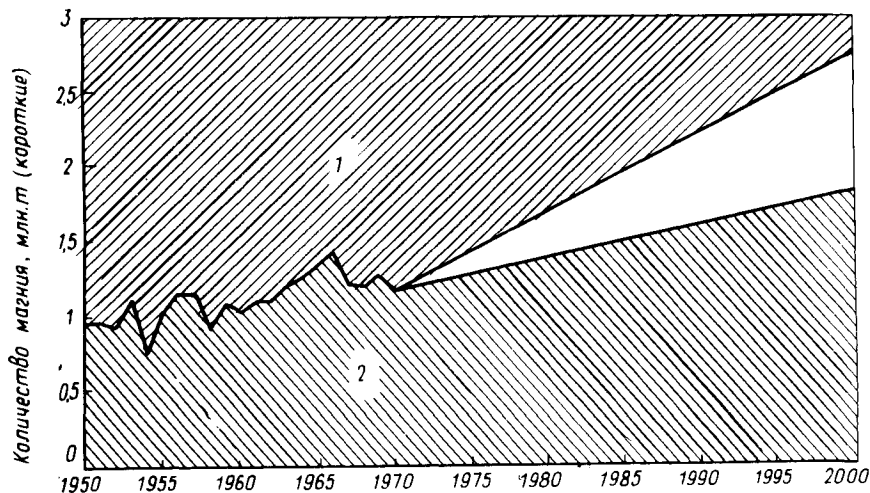
Рис. 10.17. Обеспечение потребности США в магнии [4]

1 — промышленная потребность; 2 — добыча первичного сырья

Таблица 10.48. Получение вторичного свинца в США, т

Извлечение свинца	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
В виде чистого металла:					
при производстве первичного свинца	2 309	2 055	4 519	3 973	1 122
на других предприятиях	134 503	124 312	135 903	140 868	135 509
Итого	136 812	126 367	140 422	144 841	136 621
В виде сурьмянистого:					
при производстве первичного продукта	7 105	6 244	5 832	6 915	2 164
на других предприятиях	255 629	274 547	305 820	310 090	309 703
Итого	262 734	280 791	311 652	317 005	311 867
Из других сплавов:	104 385	94 139	97 479	81 777	94 595
Всего	503 931	501 297	549 553	543 623	543 083
Цена, тыс. долл.*	155 054	145 541	180 326	187 461	165 790

* Стоимость рассчитана из средних цен по лондонскому курсу.



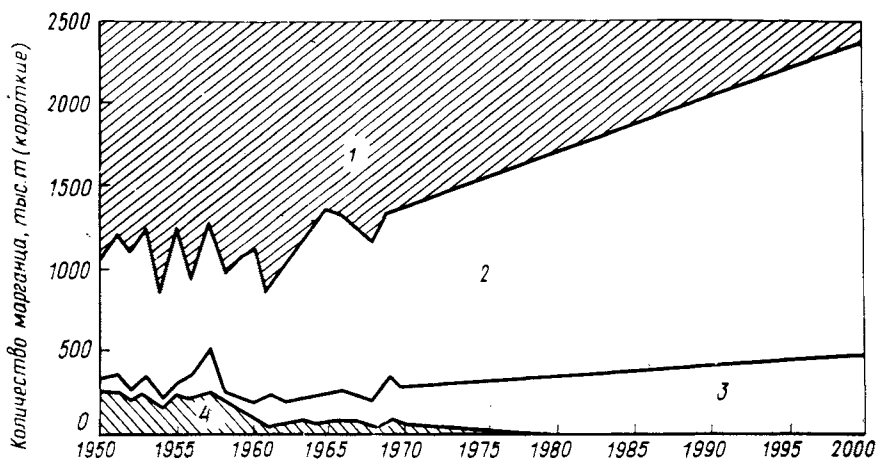


Рис. 10.18. Обеспечение потребности США в марганце [4]

1 — промышленная потребность; 2 — импортируемая руда; 3 — импортируемые сплавы; 4 — добыча марганца

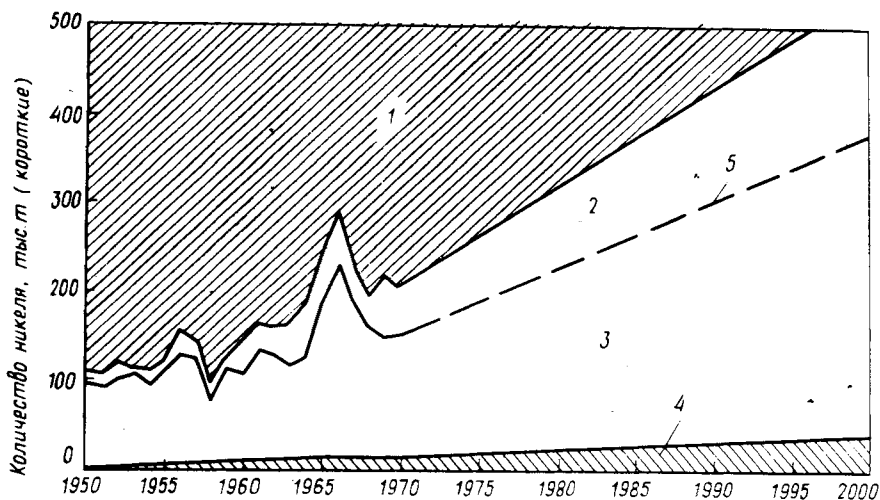


Рис. 10.19. Обеспечение потребности США в никеле [4]

1 — промышленная потребность; 2 — импорт вторичного сырья; 3 — импорт первичного сырья; 4 — добыча никеля; 5 — потребность в первичном сырье

Т а б л и ц а 10.49. Извлечение свинца из различных типов скрапа в США, т [23]

Тип скрапа			Выход вторичного свинца	
	1970 г.	1971 г.	1970 г.	1971 г.
Отходы металлообработки:			В виде мягкого свинца:	
на основе свинца	78 945	93 450	при производстве сырья	3 973
» » меди	3 771	3 511	на других заводах	140 868
» » олова	279	422	Итого	144 841
Итого	82 995	97 383	Из сурьмяного свинца *	317 006
Амортизационный лом:			Из других сплавов	70 215
аноды аккумуляторов	318 748	303 036	Из сплавов на основе меди	11 548
другие сплавы Pb	126 822	129 437	То же, олова	14
на медной основе	15 056	13 224	Итого	398 783
на основе олова	1,8	2,73	Всего	543 624
Итого	460 629	445 700		543 083
Всего	543 624	543 083		

* В том числе 7599 т свинца, извлеченного из сурьмяного свинца из отходов переработки первичного сырья, в 1970 г. и 2379 — в 1971 г.

Таблица 10.50 Потребление свинца в США, т [23]

Продукция из свинца	1970 г.	1971 г.	Продукция из свинца	1970 г.	1971 г.
<i>Металлическая продукция</i>			<i>Красящие вещества</i>		
Боеприпасы	66 180	79 685	Свинцовые белила	5 401	4 305
Подшипниковый сплав	14 858	14 819	Сурик и глет	70 265	56 272
Латунь и бронза	17 223	18 240	Пигментные красители	13 110	12 663
Изоляционное покрытие проводов	46 202	48 157	Другие красители *	1 071	703
Чеканка	31 493	27 293	Итого	89 847	73 943
Литье	6 823	6 625	<i>Химикаты</i>		
Сборные трубы	9 930	9 137	Газолиновый антидетонатор	253 439	240 458
Фольга	5 024	4 019	Разные химикаты	566	364
Трубы, колена, сифоны	16 278	16 538	Итого	254 005	240 822
Тонколистовой свинец	19 155	25 122	<i>Разные области использования свинца</i>		
Припой	63 433	63 711	Отжиг	3 786	3 701
Аккумуляторы:			Гальванические покрытия	1 630	1 269
сетки, стойки и др.	257 940	293 234	Электроосаждение свинца	364	529
окислы	282 101	325 467	Гири и балласт	14 727	15 882
Сплав «терно» для лужения олова	944	1 282	Итого	20 507	21 381
Типографский металл	22 273	18 483	<i>Другие области применения</i>	13 873	14 333
Итого	859 857	952 192	Всего	1 238 090	1 302 672

* С учетом содержания свинца в свинцовой окиси цинка и других красителях.

** С учетом содержания свинца, который поступает из скрапа сразу на предприятия-изготовители.

Таблица 10.51. Магний, тыс. т [4]

Год	Промышленная потребность, США ¹	Амортизационный скрап	Спрос на первичное сырье ¹	Общий импорт	Колебания запасов государственных и фирменных	Добыча первичного сырья в США ¹	Добыча сырья в остальных странах
1951	866	5	861	26	-2	836	1710
1952	828	6	822	-21	-8	851	1783
1953	996	5	990	26	-1	965	1870
1954	654	3	652	22	-5	635	1939
1955	912	4	907	34	-6	879	2040
1956	1042	4	1037	48	-3	992	2117
1957	1033	4	1028	49	-34	1013	2227
1958	798	4	794	25	11	757	2346
1959	976	4	990	33	15	924	2476
1960	939	4	935	11	13	912	2623
1961	977	4	973	-41	16	997	2781
1962	984	4	980	14	-1	967	2931
1963	1074	2	1072	-2	-1	1075	3252
1964	1132	4	1128	-19	2	1146	3435
1965	1182	4	1178	-9	3	1185	3618

Год	Промышленная потребность, США ¹	Амортизационный скрап	Спрос на первичное сырье ¹	Общий импорт	Колебания промышленных запасов государственных и фирменных	Добыча первичного сырья в США ¹	Добыча сырья в остальных странах
1966	1272	4	1268	49	20	1199	3666
1967	1085	4	1081	30	4	1046	3747
1968	1969	4	1066	26	4	1036	3878
1969	1134	3	1131	7	21	1103	3972
1970	1052	3	1049	—3	14	1038	4656
2000	2521	27	2493			1649	

¹ Общее количество металлов и неметаллов.

Таблица 10.52. Статистические сведения о магии, т [24]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>Соединенные Штаты</i>					
Производство магии:					
первичного	88 639	89 521	90 897	101 926	112 371
вторичного	12 234	14 127	12 257	10 958	12 210
Отгрузка первичного сырья	91 676	94 340	107 102	108 015	109 397
Экспорт	11 987	17 705	24 908	32 516	22 123
Импорт для потребления	8 846	4 375	3 927	2 998	3 340
Потребление магии	82 696	78 648	86 570	85 016	90 181
Цена за кг (центов)	78,33	78,33	78,33	78,33	80,55
<i>Мировое производство</i>	189 803	193 197	201 536	223 244	233 694

Таблица 10.53. Виды извлечения магии из различных типов скрапа, т [24]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>Тип скрапа</i>					
Основы металлообработки на основе:					
магии	4 606	6 375	4 337	4 153	5 342
алюминия	3 882	4 595	5 197	4 275	4 389
Итого	8 488	0 970	9 534	8 428	9 731
Амортизационный лом на основе:					
магии	2 705	1 922	1 547	1 381	1 181
алюминия	1 040	1 233	1 174	1 148	1 296
Итого	3 745	3 156	2 721	2 529	2 477
Всего	12 233	14 125	12 255	10 957	12 218
Выход вторичного магии:					
чушки из магниевых сплавов ¹	3 421	2 276	2 940	1 825	2 396
литье магниевых сплавов	35	14	10	12	13

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
профили из сплава магния	94	75	135	171	455
алюминиевые сплавы	5 602	9 009	7 623	6 450	6 743
сплавы цинка и другие	16	16	12	22	15
химикаты	23	58	59	73	434
Катодные покрытия	3 041	2 679	1 476	2 404	2 153
Всего	12 232	14 127	12 255	10 957	12 219

¹ С учетом вторичного магния в слитках первичного и вторичного сплава магния.

Бумага и бумажная продукция. Тенденция к увеличению расхода бумаги на душу населения (рис. 10.20) является основной причиной потока твердых отходов. Бумага составляет 40—50% по массе бытовых отходов.

На рис. 10.21 показано использование волокнистых материалов для производства бумаги. Видны рост использования древесной массы и медленный рост применения макулатуры.

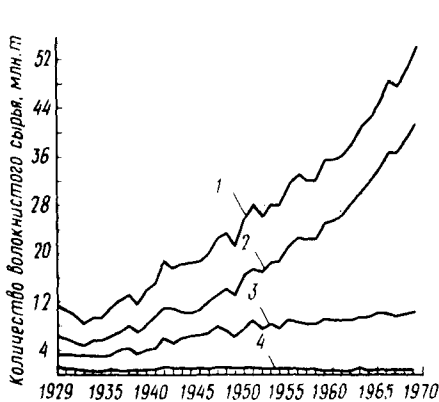


Рис. 10.20. Объем потребления основных видов бумаги на душу населения [5]
1 — общее потребление бумаги; 2 — потребление бумаги, включая газетную; 3 — потребление картона, включая упаковочный; 4 — потребление бумаги и картона в строительных изделиях

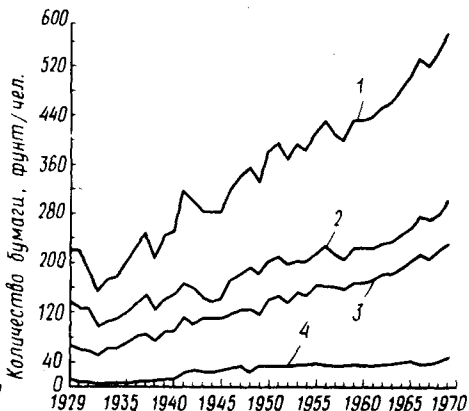


Рис. 10.21. Объем потребления волокнистого сырья для производства бумаги в период 1929—1969 гг. [5]
1 — общее потребление волокнистого сырья; 2 — потребление древесной массы; 3 — потребление бумажных отходов; 4 — потребление других волокнистых веществ (соломы, сахарного тростника и т.д.)

Таблица 10.54. Марганец, тыс. т [4]

Год	Горная добыча марганца в США	Импорт		Потребность промышленности в марганце *
		руды	сплавы	
1950	217	652	80	941
1951	225	784	86	1106
1952	190	1136	46	974
1953	245	1468	89	1112
1954	161	929	41	722
1955	239	908	47	1126
1956	225	956	118	809
1957	234	1305	239	1153
1958	178	1048	53	867
1959	139	1042	76	966
1960	106	1106	94	980
1961	71	899	167	766
1962	66	849	132	890
1963	86	849	120	997
1964	72	895	155	1106
1965	76	1111	192	1249
1966	80	1113	201	1231
1967	66	890	176	1098
1968	44	792	166	1046
1969	85	903	234	1198
1970	60	771	216	1208
2000	0	1675 *	473 **	4878

* Потребность промышленности в марганце с учетом промышленных и государственных запасов и закупок.

** Прогноз на 2000 г. рассчитан из тех же соотношений, что существовали в 1970 г.

С 1929 по 1970 г. доля бумажных отходов в производстве бумаги уменьшилась в среднем с 33 до 18% (рис. 10.22). На рис. 10.23 показаны основные виды потребляемой бумаги. Количество и тип волокнистого материала, применяемого в производстве бумаги, указаны в табл. 10.64. Данные о регенерации бумажных отходов по источникам и сортам приведены в табл. 10.65. Сравнительный экономический расчет производства бумаги из вторичного и первичного сырья представлен в табл. 10.66, из которого следует, что экономически целесообразно перерабатывать макулатуру только для производства газетной бумаги. Однако изменение стоимости переработки макулатуры может привести к пересмотру этого вывода.

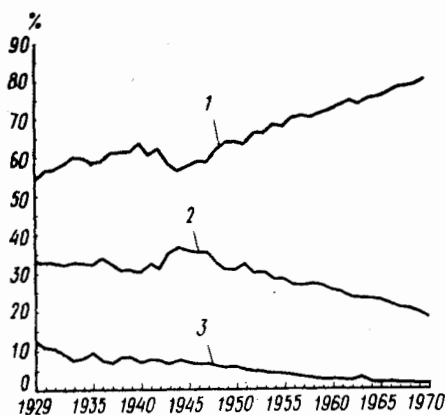


Рис. 10.22. Доля волокнистого сырья в общем потреблении волокон для производства бумаги в 1929—1970 гг. [5]
1 — древесная масса; 2 — макулатура; 3 — другие водокнистые вещества

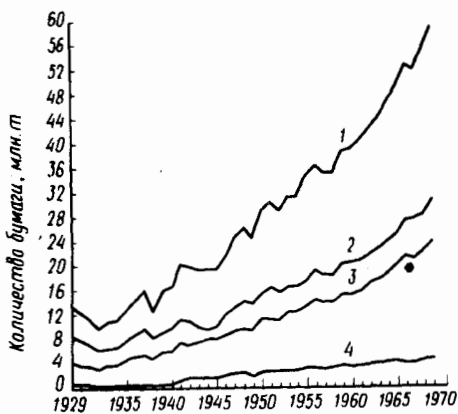


Рис. 10.23. Объем потребления основных типов бумаги в 1929—1969 гг. [5]
1 — общее потребление бумаги; 2 — потребление бумаги, включая газетную; 3 — потребление картона, включая упаковочный; 4 — потребление бумаги и картона для строительных изделий

Таблица 10.55. Некоторые статистические данные о марганце, т [25]

Марганцевая продукция	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Марганцевая руда (35% или более Mn):					
производство:					
металлургическое	С	9 588	5 123	4 311	129
аккумуляторное	С	766	—	—	—
Итого	11 452	10 354	5 123	4 311	129
импорт, общий	1 873 409	1 663 140	1 783 292	1 578 900	1 741 980
потребление марганца	2 168 515	2 027 855	1 985 013	2 151 183	1 961 463
Железомарганцевая руда (5—35% Mn):					
производство, отгрузка	263 166	222 577	391 880	335 155	180 484
Ферромарганец:					
производство	856 244	800 765	775 337	760 271	691 505
экспорт	1 694	3 376	1 601	19 790	4 119
импорт для потребления	196 814	184 923	280 181	264 761	220 928
потребление	893 738	925 067	974 648	910 556	818 100

С — данные не публикуются, так как являются секретной информацией компаний.

Таблица 10.56. Сведения о количестве руты, 34-кг сосуды [4]

Год	Промышленная потребность	Амортиза- ционный скрап	Потреб- ность в первич- ном сырье	Общий импорт	Колебания промыш- ленных запасов государ- ственных и фир- менных	Добыча руты	
						в США	в осталь- ных странах
1951	56 848	2 000	54 840	44 011	3 544	7 293	139 707
1952	42 556	2 500	40 056	68 027	—40 518	12 547	138 453
1953	52 259	2 800	49 459	84 322	—49 200	14 337	145 663
1954	42 796	6 100	36 696	62 991	—44 838	18 543	161 457
1955	57 185	10 130	47 155	20 230	7 970	18 955	166 045
1956	54 143	5 850	48 293	48 904	—24 788	24 177	196 823
1957	52 889	5 800	47 089	40 255	—27 791	34 625	205 375
1958	52 617	5 400	47 217	29 719	—20 569	38 067	207 933
1959	54 895	4 950	49 945	29 067	—10 378	31 256	191 744
1960	51 167	5 350	45 817	18 841	—6 247	33 223	208 777
1961	55 763	8 360	47 403	12 062	3 679	31 662	208 338
1962	65 301	5 800	59 501	31 035	2 189	26 277	218 723
1963	77 963	6 520	71 443	42 899	9 427	19 117	220 535
1964	81 354	7 519	73 835	40 723	18 970	14 142	240 991
1965	73 560	14 906	58 654	9 801	29 271	19 582	248 291
1966	71 509	8 535	62 974	33 924	7 042	22 008	242 986
1967	69 517	10 696	58 821	20 797	14 240	23 784	208 289
1968	75 422	10 570	64 852	16 357	19 621	28 874	230 820
1969	77 372	10 573	66 799	30 233	6 926	29 640	260 403
1970	61 503	7 348	54 155	16 969	9 883	27 303	256 625
2000	102 000	22 000	80 000	.....	.....	44 000	.....

Таблица 10.57. Статистические данные о молибдене, тыс. т [26]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>Соединенные Штаты</i>					
Концентрат молибдена:					
добыча	40,54	42,05	44,91	50,33	49,32
отгрузка	36,72	41,96	46,35	49,67	44,05
Цена тыс. долл.	133 604	151 000	173 819	190 077	164 917
Потребление	26,54	34,04	32,97	34,24	29,88
Импорт для потребления	0,53	0,00045	0,000225	0,01125	0,38
Запасы на 31 декабря на рудниках и заводах	4,46	5,49	3,78	4,37	13,08

1967 г. 1968 г. 1969 г. 1970 г. 1971 г.

Первичное сырье:					
производство	24,71	31,35	30,84	33,92 *	30,16
отгрузка	25,75	28,69	34,98	34,24	29,99
потребление	22,28	22,17	23,23	20,4	18,43
запасы промышленности на 31 декабря	3,22	8,18	8,03	11,66	13,97
Мировое производство	63,75	65,15	71,76	80,09	77,86

Уточненные данные. *

Таблица 10.58. Никель, тыс. т [4]

Год	Горная добыча никеля в США	Нетто- импорт *	Видимая потребность в первичном сырье **	Потребность во вторичном сырье	Промышлен- ная потреб- ность ***
1951	0,73	81	78,9	21,5	95,2
1952	0,64	93,7	92,3	20,5	107,6
1953	0,55	95,6	96,2	21,3	101,1
1954	0,82	108,5	86,2	21,9	98,6
1955	3,46	111,6	99,5	29,6	108,8
1956	6,10	116,4	116,1	35,2	143,8
1957	9,19	116,5	111,5	29,9	130,9
1958	10,74	71,0	71,9	21,5	76
1959	10,56	96,7	102,6	24,9	108,9
1960	11,47	84,7	98,5	22,1	132,8
1961	10,19	109	122,1	26,6	148,7
1962	10,19	104,6	116,4	28,5	144,9
1963	10,46	99,2	109,2	37,9	147,1
1964	11,1	106,5	112	46,3	166,5
1965	12,28	143,2	173,3	46,8	220
1966	12,1	117,6	208,2	57,4	265,6
1967	13,29	122,5	166,1	47,6	213,7
1968	13,83	124,8	143,7	33,3	177
1969	14,2	113,2	136,1	64,6	200,7
1970	13,92	133,1	141,7	58,9	186
2000	38,68	311,7	350,4	150	500,5

* Импорт и экспорт первичного никеля, не включая изделия.

** За исключением колебаний цен, вызванных государственными закупками и продажей.

*** За исключением колебаний в запасах никеля.

Таблица 10.59. Статистические данные о никеле, т [27]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>Соединенные Штаты</i>					
Горная добыча	14 402	15 737	15 521	14 499	15 502
Промышленное получение сырья:					
первичного	13 299	13 869	14 987	14 157	14 245
вторичного	18 865	13 705	17 085	21 074	26 987
Экспорт	28 698	30 649	31 630	28 625	23 790
Импорт для потребления	130 130	134 634	117 692	142 189	129 386
Потребление	158 155	144 968	128 980	141 704	117 222
Запасы потребителей на 31 декабря	28 216	24 994	15 082	22 484	14 655
Цена, центов за фунт 85 ¹ / ₄	94	94—103	103—128	128—133	133
<i>Мировое производство</i>	450 299	498 643	488 313	631 657	642 522

Таблица 10.60. Формы извлечения никеля из цветного лома в США, т [27]

Тип скрапа	1970 г.		1971 г.			
	1970 г.	1971 г.	Выход вторичного сырья	1970 г.	1971 г.	
Отходы металлообработки на основе:						
	никеля	1 487	1 027	В виде металла	894	777
	меди	4 315	5 729			
	алюминия	532	423	Из сплавов на основе:	1 915	1 796
Итого	6 334	7 179				
Амортизационный на основе:						
	никелевой			медной	6 681	7 527
	медной			алюминия	823	704
	алюминия	14 000	18 547	Из черных и жаропрочных сплавов *	10 567	16 033
Итого	465	525				
	275	325	Из химических соединений	194	179	
Итого	14 740	19 807				
Всего	21 074	26 986	Всего	21 074	26 986	

* Учитывается только цветной никелевый лом, добавляемый в черные и жаропрочные сплавы.

Таблица 10.61. Запасы и потребление быстровозвращающегося и амортизационного никелевого лома в США в 1971 г., валовая масса, т

Тип скрапа	Запасы в начале года	Поступ- ление	Потребление			Запасы в конце года
			отходов металло- обра- ботки	аморти- зацион- ного лома	всего	
<i>Плавильные и аффинажные заводы</i>						
Нелегированный никель	349	884	582	197	780	454
Монель-металл	972	1 579	336	1 306	1 643	899
Нейзильбер *	544	3 255	670	2 728	3 397	401
Сплав меди с никелем *	30	634	—	593	593	71
Разные сплавы никеля	—	3 899	45	3 851	3 897	2,7
Никелевые остатки	5 188	416	61	252	313	5 292
Итого	7 083	6 780	1 025	5 607	6 632	6 657
<i>Литейные и другие заводы</i>						
Нелегированный никель	17 746	12 396	1,8	16 789	16 791	13 351
Монель-металл	23	65	11,8	58	70	17
Нейзильбер *	1 300	11 073	10 192	—	10 192	2 181
Сплав меди с никелем *	1 508	11 324	11 383	91	11 556	1 140
Никелевые остатки	118	666	374	231	606	167
Итого	17 876	13 126	388	17 078	11 467	13 536
<i>Общая сумма:</i>						
Нелегированный никель	18 096	13 280	584	16 987	17 571	13 805
Монель-металл	994	1 644	348	1 365	1 713	925
Нейзильбер *	1 935	14 328	10 862	2 728	13 590	2 578
Сплав меди с никелем *	1 402	11 958	11 465	684	12 149	1 211
Разные сплавы никеля	—	3 899	45	3 851	3 896	2,7
Никелевые остатки	4 804	1 082	435	483	919	5 460
Всего	24 368	19 907	1 414	22 686	24 100	20 193

* Не включены в общий итог, поскольку это медный лом, хотя и содержащий значительное количество никеля.

Таблица 10.62. Формы использования никеля в США, исключая скрап, т [27]

	1967 * г.	1968 * г.	1969 * г.	1970 * г.	1971 * г.
Металлический никель	113 421	105 413	90 177	102 670	87 031
Ферроникель	22 957	13 804	16 201	13 859	10 312
Порошок и спек окиси никеля	17 607	22 169	17 411	19 445	15 243
Соли	4 169	3 580	2 408	3 450	2 162
Другие соединения	—	—	2 781	2 277	2 473
Всего	158 156	144 968	128 980	141 704	117 222

* Подсчитаны соли металлического никеля, расходуемые для нанесения покрытий.

Таблица 10.63. Области потребления различных видов никеля в США в 1971 г., т [27]

Область использования	Никель промышленной чистоты, необработанный давлением	Ферроникель	Окись никеля	Сульфат никеля и другие соли	Другие соединения	Общий итог
Стали:						
нержавеющие и жаропрочные	15 080	6 092	9 078	—	133	30 210
другие сорта	6 741	3 806	5 009	—	285	15 840
Жаропрочные сплавы	7 185	118	11	—	74	7 388
Сплавы никеля с медью и меди с никелем	6 872	—	13	—	273	7 158
Постоянные магнитные сплавы	2 711	10	21	—	—	2 742
Другие сплавы никеля	24 811	109	592	3,6	73	25 589
Чугун	2 313	176	370	—	890	3 749
Электроосаждение *	16 895	0,91	24	1 854	89	18 862
Химикаты	833	—	32	176	14	1 055
Другие области **	3 589	0,91	267	128	643	4 628
Общий итог, по подсчетам компаний:	87 031	10 312	15 243	2 162	2 473	117 222

* На основе ежемесячно подсчитываемого объема продажи для этой цели.

** Включая аккумуляторы, керамику и другие сплавы, содержащие никель.

**Таблица 10.64. Использование волокнистого сырья
для изготовления бумаги в 1969 г. [3]**

Вид сырья	Количество, тыс. т	%	Расход баланс- вой дре- весины, млн. т
Древесная масса			1,5
Опилки	4 433	8,4	1
Сульфат:			
отбеленный, 2 206			
неотбеленный, 466			
Сульфат:	29 130	55	1,6
отбеленный, 11 486			
полуотбеленный, 1 664			
неотбеленный, 15 980			
Полухимические вещества	3 475	6,6	1
Дефибрированный материал, остатки сорти- ровки и т. д.	1 924	3,6	1,2
Общее количество расходуемой древесной массы	41 634	78,6	
Другие волокнистые материалы:			
бумажная макулатура	10 431	19,7	
солома, тряпье и пр.	893	1,7	
Общее количество материалов данной категории	11 324	21,4	
Суммарное количество	52 958	100	

Примечание. Баланс экспорт-импорт существенно не влияет на расход бумаги, за исключением газетной, производство которой увеличивает расход сырья на 6,66 млн. т.

Предельное количество переработанного вторичного сырья, которое можно использовать для производства различных типов бумаги и картона, указано в табл. 10.67. Результаты сравнения влияния на окружающую среду отбеливания бумажных отходов и использования первичного сырья приведены в табл. 10.68, а использования неотбеленного вторичного сырья — в табл. 10.69.

Таблица 10.65. Утилизация макулатуры в 1967 г.* [5]

Сорт бумаги	Бытовая бумага, тыс. т	Промышленная бумага, тыс. т	Конвертирование, тыс. т	Всего, тыс. т
Смесь бумажных сортов	70	1860	850	2780
Газетная	1610	50	345	2005
Рифленая	—	2300	998	3298
Высших сортов	—	200	1841	2041
Всего	1680	4410	4034	10124
% от общего количества	16,6	43,6	39,8	100

* По оценке Мидуэст Ресёрч Инститьют.

Примечание. Чистый экспорт дает еще 176 тыс. т, извлекаемых от операций конвертирования.

Таблица 10.66. Сравнение экономичности изготовления бумаги из вторичного и первичного сырья [28]

	Оберточная бумага	Гофрированный картон	Типографская и писчая бумага	Газетная бумага
Содержание вторичного сырья по стандарту, %	0	15	0	0
Средняя стоимость при стандартных условиях, долл. за 1 т	78,5	79,5	80—120	125
Дополнительное применение вторичного сырья, %	25	40	100	100
Стоимость при увеличении использования вторичного сырья, долл. за 1 т	82,25	82	100—150	98
Чистая стоимость увеличения использования 1 т вторичного сырья, долл.	3,75	2,5	20—30	27 (убыток)

Таблица 10.67. Пределы технических возможностей использования макулатуры для изготовления бумаги и картона [28]

Вид бумаги	Пределы использования (% бумажной массы)
Неотбеленная крафт-бумага	10—25
Полухимическая древесная масса	100
Отбеленная крафт-бумага	5—15
Комбинированный картон	90—100
Бумага:	
газетная	100
писчая, высокого качества	10—80
для печати и упаковки	10—80

Таблица 10.68. Сравнение воздействия на окружающую среду процесса изготовления 1000 т бумаги из первичного сырья и облагороженной макулатуры [28]

Факторы, влияющие на окружающую среду	Первичное волоконистое сырье	Облагороженная масса	Изменения* в результате утилизации, %
Использование первичного сырья (сухое волокно), т	1 100	0	-100
Количество технологической воды, м ³	178 600	152 000	-15
Расход энергии, кДж	25 122	9 540	-60
Загрязнение воздуха **, т	49	20	-60
Выход отходов, уносимых с водой **, т	23	20	-13
Выход суспендированных отходов, т	24	77	+222
Твердые технологические отходы, т	112	224	+100
Количество отходов после использования бумаги, т	850 ***	-550 ****	165

* Отрицательное число обозначает уменьшение значений факторов в результате утилизации макулатуры.

** На основании исследований 1968—1970 гг.

*** 15% волокон теряются при изготовлении и конвертировании.

**** Для получения 1000 т массы требуется 1400 т макулатуры. Поэтому результат: 850—1400=—550 обозначает чистое сокращение бумажных отходов.

Таблица 10.69. Сравнение воздействия на окружающую среду процесса изготовления низкосортной бумаги [28]

Факторы, влияющие на окружающую среду	Неотбеленная первичная масса	Переработанная масса (100%)	Изменения* в результате утилизации, %
Использование первичного сырья, т	1 000	0	-100
Количество технологической воды, м ³	91 200	38 000	-61
Расход энергии, кДж	18 020 × 10 ⁶	5300 × 10 ⁶	-70
Загрязнение воздуха **, т	42	11	-73
Выход отходов, уносимых с водой, т	15	9	-44
То же, суспендированных, т	8	6	-25
Образование твердых технологических отходов, т	68	42	-39
Количество отходов после использования бумаги, т	850 ***	-250 ****	-129

* Отрицательное число обозначает сокращение данной категории в результате использования макулатуры.

** На основании исследований 1968—1970 гг.

*** 15% волокон теряются при изготовлении и конвертировании.

**** Для получения 1000 т массы требуется 1100 т макулатуры. Поэтому результат 850—1100=—250 обозначает чистое сокращение бумажных отходов.

Рис. 10.24. Технологические потери при изготовлении бумаги [5]

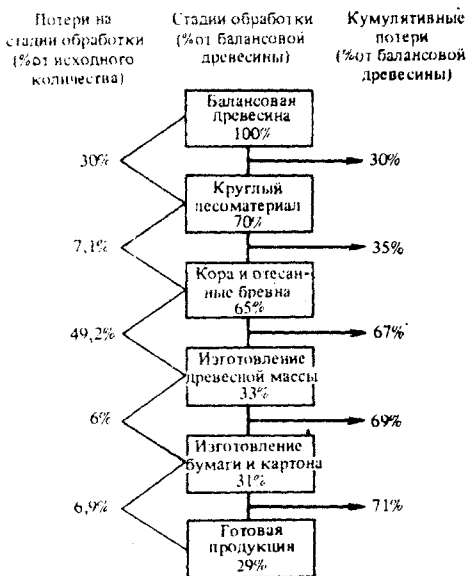
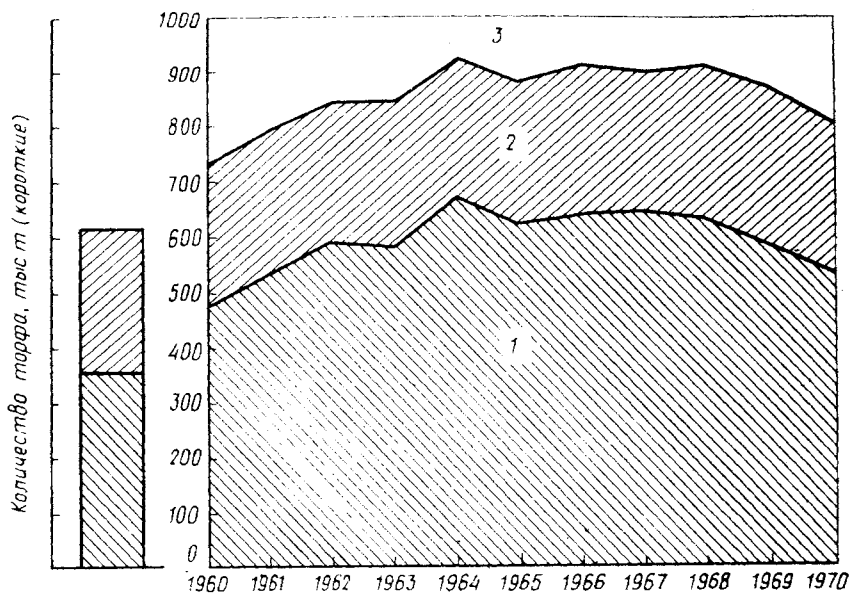


Рис. 10.25. Объем производства 1, импорта 2 и снабжения 3 торфом в США [29] Диаграмма слева — среднее значение за 1957—1959 гг.



В процессе изготовления бумаги из дерева образуется 71% отходов (рис. 10.24). В настоящее время с целью уменьшения количества отходов разрабатываются новые методы заготовки лесоматериалов и древесной массы.

Торф. Торфяные отходы представляют интерес, поскольку спрос на торф превышает предложение (рис. 10.25), и разница компенси-

руется за счет его ввоза (табл. 10.70). Установлено, что во многих случаях торф можно заменить компостом из городского мусора, но в США такой компост не находит сбыта. Сведения об использовании торфа сообщаются в табл. 10.71 и 10.72. Стоимость компоста или торфа определяется стоимостью транспортировки; в табл. 10.73 представлены данные о производстве и ценах на торф в различных штатах.

Пластмассы. Статистика производства некоторых типов смол сообщается в табл. 10.74. Источники образования твердых отходов термопластических (следовательно, потенциально регенерируемых) полимеров указаны в табл. 10.75, а количество отходов в процессе изготовления различной продукции приведено в табл. 10.76. В табл. 10.77 и 10.78 перечислены источники полимерных отходов и их физические формы. О современных методах ликвидации отходов полимеров сообщается в табл. 10.79, причем никаких данных о регенерации не имеется. Информация о потреблении и производстве пластмасс, использовании различных компонентов для упаковки и о распределении пластмасс в городских отбросах приведена в табл. 10.80—10.83.

Платина. Как видно из табл. 10.84, платиновый скрап удовлетворял потребности США в 1970 г. на 20%. Остальные сведения об этом металле даны в табл. 10.85.

Резина идет преимущественно для производства автомобильных покрышек, которые составляют основную массу твердых резиновых отходов. Расход новой и регенерированной резины для покрышек показан в табл. 10.86. Судя по данным табл. 10.87, уменьшается использование восстановленных шин. Это объясняется тем,

Т а б л и ц а 10.70. Статистические данные о торфе, т [29]

	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>Соединенные Штаты</i>				
Число операций	122	116	111	109
Производство, т	563 285	520 631	470 310	550 897
Количество торфа, проданного на внутренних рынках, т	563 436	514 841	478 299	545 589
Стоимость, тыс. долл.	6 579	6 420	5 447	6 380
Цена в среднем за 1 т	11,68	12,48	11,39	11,69
Импорт	261 716	272 997	257 722	269 617
Наличный ресурс для потребления *	825 152	787 838	736 020	815 206
<i>Мировое производство, тыс. т</i>	188 084	184 485	196 150	196 024

* Наличный ресурс складывается из объема, продаваемого на внутренних рынках, и объема импорта.

Таблица 10.71. Сбыт разных видов торфа в США в 1971 г. [29]

Область использования торфа	Мох		Камыш		Перегной	
	количество, тыс. т	цена, тыс. долл.	количество, тыс. т	цена, тыс. долл.	количество, тыс. т	цена, тыс. долл.
Насыпного:						
мелиорация почвы	52 024	513	75 932	715	48 053	321
другие области	13 981	84	9 334	114	48 529	406
Итого	65 915	597	85 906	829	96 582	727
Пакетированного:						
мелиорация почвы	65 126	1 239	187 977	2 582	31 884	452
другие области	3 270	84	4 611	297	4 316	205
Итого	68 396	1 323	192 588	2 879	36 200	657
Оба вида:						
мелиорация почвы	117 060	1 752	263 910	3 297	79 938	772
другие области	17 250	168	14 583	410	52 845	612
Всего	134 310	1 920	278 493	3 707	132 783	1 384

Таблица 10.72. Сбыт торфа для различных нужд в США в 1971 г. [29]

Область применения	Насыпной торф		Пакетированный торф		Всего	
	количество, тыс. т	цена, тыс. долл.	количество, тыс. т	цена, тыс. долл.	количество, тыс. т	цена, тыс. долл.
Мелиорация почв	175 919	1 549	284 989	4 272	460 908	5 821
Консервирование почв	17 584	166	7 694	341	25 278	507
Подкормка цветов, кустарников и т. д.	38 899	320	2 380	45	41 280	366
Окулировка семян	57	1	2 032	198	2 087	199
Выращивание грибов	3 498	36	—	—	3 498	36
Культивирование земляных червей	1 355	14	91	2	1 445	16
Получение смеси удобрений	11 090	66	—	—	11 090	66
Всего	248 402	2 152	297 186	4 858	545 588	7 011

Таблица 10.73. Производство и продажа торфа различными штатами США в 1971 г. [29]

Штаты	Число действующих заводов	Объем производства, т	Продажа торфа		
			количество, т	стоимость	
				общая, тыс. долл.	средняя за 1 т, тыс. долл.
Калифорния	3	10 572	10 572	С	С
Колорадо	11	25 738	25 738	156	5,51
Флорида	10	51 567	51 567	412	6,62
Джорджия	3	1 046	1 046	13	9,89
Айдахо	1	С	С	С	С
Иллинойс	7	66 269	65 359	С	С
Индиана	9	43 401	45 271	С	С
Айова	2	С	С	С	С
Мэн	3	2 641	2 033	С	С
Мэриленд	2	3 136	3 098	39	10,29
Массачусетс	1	1 820	1 820	32	14,56
Мичиган	19	190 950	183 992	2497	11,24
Миннесота	6	С	С	С	С
Монтана	1	С	С	С	С
Нью-Джерси	4	40 792	41 934	526	10,39
Нью-Мексико	1	1 180	1 180	С	С
Нью-Йорк	5	14 344	13 621	196	11,93
Северная Дакота	1	С	С	С	С
Огайо	10	5 760	5 669	84	12,26
Пенсильвания	10	35 172	34 749	461	10,99
Южная Каролина	1	7 280	7 280	С	С
Вермонт	1	С	С	С	С
Вашингтон	8	16 158	15 703	72	3,82
Висконсин	1	1 433	1 433	153	88,65
Итого	120	550 898	545 589	7011	10,64

С — данные не сообщаются, так как представляют секретные сведения компаний, но включены в общий итог.

что, во-первых, приняты новые строгие правила о соблюдении безопасности на дорогах; во-вторых, трудно контролировать качество при восстановлении протекторов и, в-третьих, существует большое разнообразие комбинаций из синтетических смол и кордовых покрытий.

Таблица 10.74. Статистика производства основных типов смол в 1968 г. [30]

	Количество, млн. т	% от общего количества смол
Полиэтилен низкой плотности	1,485	21
Полиэтилен высокой плотности	0,54	7
Полипропилен	0,405	6
Полистирол (обычный и с модифицированием каучука)	0,81	11
Поливинилхлорид	1,08	15
Целлюлозы	0,09	1
Другие термопластики	1,125	16
Общее количество термопластиков	5,535	77
Алкид	0,27	4
Кумарон-инденовая смола	0,135	2
Эпоксидная смола	0,09	1
Фенольные смолы	0,495	7
Полиэфир	0,27	4
Мочевина и меламин	0,315	4
Другие терморективные смолы	0,09	1
Общее количество терморективных смол	1,665	23
Суммарное количество смол	16	100

Таблица 10.75. Образование твердых полимерных отходов при производстве термопластиков в США [31]

	Расчетный объем про- изводства термопла- стиков на 1969 г., млн. т/год	Расчетная скорость накопления твердых отходов на 1969 г.		
		количе- ство отходов, тыс. т/год	% произ- водства	среднее количе- ство отходов на обсле- дуемый завод, т/сут
Производство первичной смолы	6,21	68,85	1,1	7,7
Обработка и изготовление пла- стиков	6,21	138,15	2,2	0,6
Промышленное производство термопластиков	6,21	207	3,3	—

Таблица 10.76. Отходы обработки и производства полимеров [31]

	Количество отходов, по имеющимся сообщениям, % от производства полимеров		
	среднее	максимальное	минимальное
Пресс-порошок	0,7	1	0,5
Пленки и листы	1,8	2	1,6
Гибкая упаковка	1,4	3	0,5
Жесткая тара	1,2	4	0,7
Провода	10,3	25	10
Трубки, игрушки, бытовые товары	0,2	0,3	0

Таблица 10.77. Источники образования полимерных отходов [31]

	Средний % каждого источника отходов	
	производство первичных смол	обработка смол и изготовление изделий
Бракованная продукция	26	65
Аварийные сбросы реакторов	8	—
Утечка загрязненных продуктов	22	19
Очистка и обслуживание	16	16
Удаление отработанных газов и жидкостей	20	—
Другие источники получения воска с низкой точкой плавления и т. д.	8	—
Итого	100	100

Таблица 10.78. Количество отходов полимеров в виде различных форм [31]

	Средний % каждой формы	
	при получении первичной смолы	при обработке смолы и изготовлении изделий
Таблетки	18	14
Куски	0	3
Пыль или порошок	23	3
Произвольные большие формы более 45 кг	10	28
Произвольные мелкие формы менее 45 кг	14	17
Другие формы	35	35
Итого	100	100

Таблица 10.79. Современная практика обращения с отходами полимеров [31]

	Число предприятий, предоставивших данные	
	по производству первичного сырья	по обработке смолы и производству изделий
Сброс без засыпки	4	4
Свалка с соблюдением мер санитарной обработки	2*	32*
Сжигание	1	0
Неизвестная практика	—	11
Итого	7	47

* Данные не проверены.

Таблица 10.80. Основные области потребления пластика в США в 1967—1969 гг., тыс. т [5]

Область потребления	1967 г., тыс. т	1968 г., тыс. т	1969 г.	
			тыс. т	%
Сельское хозяйство	75	85	95	1,1
Производство приборов	198	238	234	2,7
Транспорт	109	334	536	6,3
Строительство	1070	1215	1327	15,6
Производство:				
электрооборудования	396	452	567	6,6
мебели	250	273	328	3,8
бытовых товаров	313	373	425	5
Упаковочный материал	1121	1508	1729	20,3
Производство игрушек	208	243	269	3,2
Общий объем потребления	6550	7558	8535	100

Примечание. Эти данные не охватывают весь объем применения пластика. На долю строительства приходится 25% потребления пластика, а на упаковку — 20%, т. е. данные несколько занижены.

Из старых автомобильных шин, нарезая их на полоски разной формы, можно изготавливать разнообразные изделия, например, прокладки, ремни, коврики для вытирания ног и т. д., табл. 10.88.

Песок, щебень, зола, шлак и стекло. В столичных областях некоторых штатов США ощущается нехватка песка и щебня. В качестве альтернативного решения предложено использовать стеклянную крошку и другие компоненты бытовых и промышленных отходов,

Таблица 10.81. Производство пластиков в 1970 г. [32]

Тип пластиков	Количество пластиков, млн. т	% от общего объема производства
Стиролы	1,51	17,1
Винилы	1,71	19,4
Полиэтилен	2,7	30,6
Фенольные смолы	0,48	5,5
Полипропилен	0,45	5,1
Другие полимеры	1,97	22,3
Всего	8,82	100

Таблица 10.82. Использование пластиков в качестве упаковочных материалов в 1970 г., тыс. т [32]

Упаковочные средства	Полиэтилен	Винил	Стирол	Полипропилен	Другие пластики	Общее количество
Клеящие средства	—	18,4	—	—	4,5	23
Бутылы и трубы	262	292	8,1	—	18	318
Покрытия	180	64,3	—	—	25,6	270
Пробки	18,9	5,4	4,5	8,55	14	51,3
Пленки и листы	562	88,6	4,5	38,25	23,8	717
Сосуды и крышки	67,5	—	328	—	7,65	403
Другие упаковки	—	—	—	—	10,35	10,3
Итого	1091	206	345	46,8	104	1794

Таблица 10.83. Распределение пластиков в городском мусоре [32]

Тип пластика	распределение	
	масс, %	в городском мусоре, мас., %
Полиэтилен и полипропилен	74	55
Полистирол	19	20
Поливинилхлорид	5	11
Другие пластики	2	14

Таблица 10.84. Содержание платины, кг [4]

Год	Промышленная потребность	Амортизационный скрап	Потребность в первичном сырье	Общий нетто-импорт	Изменения государственных и промышленных запасов	Продукция аффинажных заводов	Горная добыча в США	Добыча в остальных странах
1951	6 510	682	5 828	9 920	-4 774	682	837	10 416
1952	7 099	868	6 231	7 099	-1 519	651	775	10 850
1953	8 587	1519	7 688	11 904	-4 619	403	496	12 555
1954	9 920	930	8 990	11 563	-3 286	558	558	12 679
1955	14 477	961	13 516	14 973	-1 922	465	465	17 174
1956	13 361	1798	11 563	14 043	-2 945	465	465	18 290
1957	10 788	1457	9 331	9 765	-806	372	372	22 103
1958	8 184	1085	7 099	7 688	-868	279	248	8 959
1959	11 253	1736	9 517	10 075	-868	310	320	16 430
1960	10 075	1147	8 928	6 913	1 705	310	372	19 375
1961	8 773	1519	7 254	7 378	-651	527	527	19 034
1962	9 424	2108	7 316	5 890	992	434	434	21 173
1963	13 144	1581	11 563	12 121	-1 209	651	620	24 459
1964	13 981	1953	12 028	6 138	5 394	496	434	32 922
1965	12 741	1581	11 160	9 362	1 457	341	310	38 967

Год	Промышлен- ная потреб- ность	Амортиза- ционный скрап	Потребность в первич- ном сырье	Общий нетто импорт	Изменения государствен- ных и про- мышленных запасов	Продукция аффинажных заводов	Горная добыча в США	Добыча в остальных странах
1966	21 421	1457	19 964	7 998	11 408	558	558	39 835
1967	19 654	3751	15 903	9 424	6 262	217	217	41 726
1968	17 980	3441	14 539	8 339	6 045	155	217	44 702
1969	15 996	3782	12 214	9 362	2 573	279	341	45 632
1970	15 996	3379	12 617	9 083	3 286	248	217	60 636
2000	40 145	9145	31 000	.....	.....	.....	.....	0

Таблица 10.85. Металлы платиновой группы, кг [33]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>Соединенные Штаты</i>					
Горная добыча *	507,315	458,583	669,166	536,796**	558,899
Стоимость, долл.	1 428 863	1 500 605	2 094 607	1 429 521	1 359 675
Металл аффинажных заводов:					
первичный	919,553	381,455	554,125	663,245	995,162
вторичный	11 339,768	10 213,105	11 521,429	10 855,456**	8 623,425
Экспорт без изделий	8 675, 412	12 249,861	15 532,984	12 826,746	12 542,91
Импорт для потребления	40 959,618	54 993,504	38 001,381	43 734,366	40 384,94
Запасы на 31 декабря	26 945,541	24 884,041	33 401,818	23 725,292**	26 560,304
Потребление	41 363,176	42 405,241	42 112,539**	43 043,81	42 649,552
<i>Мировое производство</i>	98 434,579	105 206,21	106 365,8	131 407,63	126 380,42

* Уточненные данные.

** На платиновых приисках и из побочных продуктов отечественных золотых и серебряных руд.

Таблица 10.86. Потребление новой и регенерированной резины в 1969 г.

Область применения	Новая резина		Регенерированная резина		Общее количество резины	
	т	%	т	%	т	%
Шины	1 950,3	67	188,6	67,4	2 138,9	67
Кабели	29,1	1	—	—	29,1	0,9
Пенопласт	101,9	3,5	—	—	101,9	3,2
Обувь	174,6	6	2,8	1	177,4	5,6
Механические товары	451,2	15,5	16,5	5,9	467,7	14,7
Другие изделия	203,8	7	71,9	25,7	275,7	8,6
Итого:	2 910,9	100	279,8	100	3 190,7	100

Таблица 10.87. Регенерация резины для специальных нужд [5]

	1968 г., тыс. т	1969 г., тыс. т
Установки по регенерации	287,85	279,8
Предприятия по восстановлению шин	733,8	752,05
Потребители разрезанных на части шин	6,99	7
Всего	1028,64	1038,85

например золу. Зброшенне песчаные и щебневые карьеры нередко являются местами захоронения отходов. Сведения о добыче песка и щебня, областях их применения и ценах приведены на рис. 10.26 и в табл. 10.89.

Зола и шлак. В 1970 г. на предприятиях США, потребляющих уголь, при чистке вытяжных труб было получено 20 млн. т летучей золы, а при выгрузке печей — 10 млн. т осажденной золы. Как видно из табл. 10.90, в 1967 г. утилизировалось только 14% золы. В табл. 10.91 приводятся аналогичные данные на 1970 г., а сведения об использовании шлака на 1968 г. — в табл. 10.92.

Стекло. Подавляющую часть стеклянных отходов составляет разнообразная стеклотара, на производство которой расходуется 70% получаемого стекла (табл. 10.93). В табл. 10.94 показан объем заготовки стеклотары разного назначения в США. В табл. 10.95

Таблица 10.88. Потребление новых и восстановленных шин в 1958—1969 гг., млн. единиц [5]

Год	Новые шины			Восстановленные шины			Всего	% восстанов- ленных шин от общего количества
	малолитражные автомобили	автобусы и грузовики	Всего	малолитражные автомобили	автобусы и грузовики	всего		
1958	85,7	13,2	98,9	29,9	7,3	37,2	136,1	27,3
1959	97,3	15	112,3	32,4	7,6	40	152,3	26,3
1960	105,7	13,9	119,6	30,6	7,4	38	157,6	24,1
1961	104,5	13,9	118,4	31,9	7,6	39,5	157,9	25
1962	116,8	15,7	132,5	34,5	7,7	42,2	174,7	24,2
1963	121,9	16,6	138,5	36,3	7,5	43,8	182,3	24
1964	132,1	18,3	150,4	36	8	44	194,4	22,6
1965	148,5	20,4	168,9	36	7,6	43,6	212,5	20,5
1966	151	22,7	173,7	35,3	8	43,3	217	20
1967	151	21,8	172,8	34,3	9,3	43,6	216,4	20,1
1968	173,7	25,3	199	35,8	9,7	45,5	244,5	18,6
1969	177,3	27,4	204,7	36,5	10	46,5	251,2	18,5

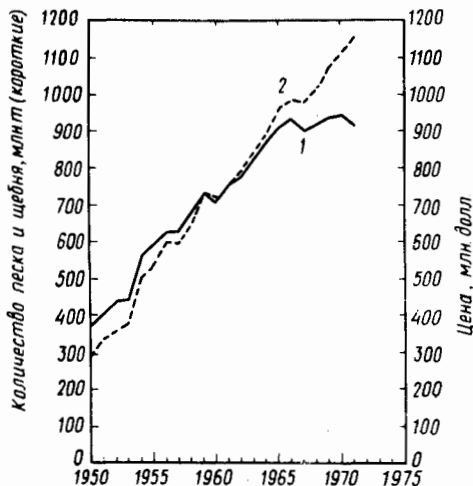


Рис. 10.26. Объем производства 1 и стоимость 2 песка и щебня в США [34]

Таблица 10.89. Применение и сбыт песка и щебня в США¹ [34]

Область применения	1970 г.		1971 г.	
	количество, тыс. т	стоимость, тыс. долл.	количество, тыс. т	стоимость, тыс. долл.
<i>Строительство</i>				
Возведение зданий:				
песок	151 252	197 553	107 074	225 278
щебень	118 267	191 342	132 133	218 076
Строительство дорог:				
песок	126 452	147 988	122 223	152 747
щебень	330 855	384 515	283 434	357 278
Засыпка:				
песок	30 454	21 209	42 448	26 904
щебень	39 321	26 582	31 934	23 382
Укладка железнодорожных путей:				
песок	1 123	727	1 701	2 224
щебень	2 519	2 416	2 136	2 570
Другие нужды:				
песок	13 068	16 040	12 834	18 220
щебень	11 277	14 620	13 277	18 271

Область применения	1970 г.		1971 г.	
	количество, тыс. т	стоимость, тыс. долл.	количество, тыс. т	стоимость, тыс. долл.
Общее количество, расходуемое на нужды строительства	824 588	1 002 986	803 714	1 044 916
<i>Промышленность</i>				
Неизмельченный песок:				
получение стекла	9 840	39 492	8 811	36 445
формовка	7 359	24 544	6 644	21 763
шлифовка и полировка	285	744	221	688
пескоструйная очистка	1 003	5 489	812	5 361
печи и топки	335	842	234	680
механизмы	768	2 062	644	1 685
фильтрация	234	618	182	612
гидроочистка масел	269	2 360	275	1 883
другие нужды	4 420	9 819	4 244	9 385
Всего ²	24 513	85 968	22 067	78 483
Измельченный песок	2 012	15 226	1 739	12 893
Общее количество, расходуемое на нужды промышленности ²	26 522	101 191	23 806	91 371
Расход щебня для разных нужд	7 879	11 521	9 229	12 682
Общее количество ²	858 992	1 115 705	836 749	1 148 969
<i>Торговые операции:</i>				
песок	302 615	438 670	329 972	480 713
щебень	363 586	483 894	372 893	527 032
<i>Государство и подрядчики³</i>				
песок	46 303	46 052	34 717	36 037
щебень	146 163	147 089	99 247	105 094

¹ Исключая Самоа, зону Панамского канала (1971 г.) и Пуэрто-Рико.

² Данные могут не попасть в общий итог из-за независимого оборота.

³ Приблизительные данные для операций, совершаемых штатами, округами и другими государственными представительствами на арендных правах.

Таблица 10.90. Объем золы, утилизируемой в США (1967 г.) [5]

Область применения	Зола				Итого	
	летучая		осажденная *			
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
Наполнитель для дорог и зданий	300	19,2	1 150	43,3	1 450	37,5
Добавка к бетону	600	38,5	200	15,2	800	20,7
Легкий заполнитель	150	9,6	—	—	150	3,9
Стабилизатор для дорожных покрытий	120	7,7	50	2,2	170	4,4
Производство цемента	150	9,6	50	2,2	200	5,2
Наполнитель асфальтовой смеси	120	7,7	35	1,5	155	4
Другие области	120	7,7	820**	35,6	940	24,3
Всего используемой золы	1 560	100	2 305	100	3 865	100
Общее количество собираемой золы	18 500	8,4	9 200	25,1	27 700	14

* С учетом шлаков из котлов.

** Включая золу для пескоструйных аппаратов, теплоизоляции и нужд сельского хозяйства.

приведены данные об использовании металлической и стеклянной посуды для пива и безалкогольных напитков. В 1967 г. возврат стекла в сферу производства составил 4,7%. Низкая стоимость сырья и его наличие в достаточном количестве не стимулируют переработку стеклобоя. Анализ стоимости производства первичного и переработки вторичного (стеклянного боя) сырья (табл. 10.96) свидетельствует о нецелесообразности регенерации стекла на данный период времени. Однако это имеет значение с целью сохранения окружающей среды (табл. 10.97).

Серебро. Некоторые статистические данные о серебре приведены в табл. 10.98. К сожалению, никакой информации о масштабе переработки серебра не имеется.

Сталь и черные металлы. В какой мере удовлетворяется потребность США в чугуне до конца столетия, показано на рис. 10.27. Последние данные о производстве чугуна и стали в стране и во всем мире сообщаются в табл. 10.99. Табл. 10.100—10.101 представляют информацию о материалах, используемых при выплавке сталей в различных типах печей. В табл. 10.102, 10.103 показан

Таблица 10.91. Объем собранной и утилизированной золы (1970 г.), т [35]

	Зола		Топочный шлак без золы
	летучая	осажденная	
1. Общее количество собираемой золы	26 538 019	9 890 951	2 801 475
2. Области использования золы:			
добавка к шлаку или цементу (пуццолановый цемент)	12 293	—	—
добавка к сырью перед получением клинкера	146 191	5 850	—
частичная замена цемента:			
в бетонной продукции	168 129	1 900	3 368
в строительном бетоне	238 766	—	—
в монолитном бетоне	129 415	—	—
стабилизатор для дорожных покрытий	111 309	18 125	70 309
легкий наполнитель	207 019	50 522	—
наполнитель для дорожных и строительных материалов	320 324	774 828	497 876
наполнитель асфальтовой смеси	131 270	—	27 077
другие области	167 302	613 829	479 576
Всего по п. 2	1 631 998	1 465 054	1 078 206
3. Зола, накапливаемая на предприятиях и не вошедшая в категории, перечисленные в п. 2	526 347	377 898	16 156
Всего по пп. 2 и 3	2 158 345	1 842 952	1 094 362

расход черного металлолома и чушкового чугуна в различных печах. Расход скрапа при выплавке стали в печах различного типа показан на рис. 10.28. Из рисунка видно, что мощности электропечей и кислородных печей больше, чем у мартеновских. Меньший расход скрапа в кислородных печах компенсируется способностью электропечей работать при 100% загрузке скрапом (табл. 10.104—10.105). В табл. 10.106 показан материальный баланс для сталелитейной промышленности, а в табл. 10.107 — относительная стоимость металлических заготовок и скрапа, используемых в сталеплавильных печах. Рис. 10.29 иллюстрирует почти аналогичный расход металлических слитков и скрапа для производства стали, а рис. 10.30 — масштаб использования различных типов

Таблица 10.92. Объем потребления шлаков в США в 1968 г., тыс. т [36]

Область применения	Шлак		Итого
	доменный	сталепла- вильный	
Изготовление портландцемента ¹	3 077	—	3 077
Изготовление битуминозных покрытий для мостовых	3 558	436	3 994
Производство бетонных блоков	1 668	—	1 668
Железнодорожный балласт	3 843	721	4 563
Производство бетона	10 191	3985	14 176
Производство цемента	1 029	—	1 029
Изготовление кровельных материалов	472	—	472
Минеральная вата	378	—	378
Для нужд сельского хозяйства	55	77	132
Производство стекла	165	—	165
Изготовление фильтров для канализа- ции	22	—	22
Теплоизоляция льда в холодильниках	97	85	182
Покрытие дорожек и аллей	36	49	85
Наполнитель	1 329	64	1 393
Другие области	235	235	469
Всего	26 157	5651	31 808

¹ Для строительства дорог, зданий, мостов, аэродромных покрытий, изготовления предварительно напряженных и других конструкций.

Таблица 10.93. Объем производства стекла и потребления стеклянного боя в США [1967 г.] [5]

Область применения	Производ- ство стекла, тыс. т	Потребление покупного боя	
		тыс. т	%
Стеклотара	8 950	100	1,1
Листовое стекло	2 150	244	11,3
Прессованное и дутое стекло	1 720	256	14,9
Всего	12 820	600	4,7 (среднее)

Таблица 18.94. Сбыт стеклотары разного назначения в США [1967—1970 гг.] * [5]

Стеклотара	Количество единиц				%			
	1967 г.	1968 ** г.	1969 г.	1970 ** г.	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.
Для пищевых продуктов	11 872	11 183	11 901	11 814	36	35	32,9	31,5
Для напитков:	14 709	15 411	18 431	20 333	44,7	48,2	51	54,1
спиртных	1 980	1 731	2 003	1 784	6	5,4	5,6	4,8
вина	822	829	975	988	2,5	2,6	2,7	2,6
пива	6 408	6 460	7 356	7 598	19,5	20,2	20,3	20,2
годная для повторного использования	624	475	480	350	1,9	1,5	1,3	0,9
не годная для повторного использования	5 784	5 985	6 876	7 248	17,6	18,7	19	19,3
Для безалкогольных напитков:	5 499	6 391	8 097	9 963	16,7	20	22,4	26,5
годная для повторного использования	1 913	1 747	1 640	1 603	5,8	5,5	4,5	4,3
не годная для повторного использования	3 586	4 644	6 457	8 360	10,9	14,5	17,9	22,2
Для лекарств	3 255	2 887	3 355	3 176	9,9	9	9,3	8,5

Стеклотара	Количество единиц				%			
	1967 г.	1968 ** г.	1969 г.	1970 ** г.	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.
Для туалетных принадлежностей и косметики	2 290	1 842	1 817	1 694	6,9	5,8	5	4,5
Для химикатов	816	624	647	540	2,5	2	1,8	1,4
Всего	32 942	31 947	36 151	37 557	100	100	100	100

* По оценке «Мидуэст ресёрч институт» на основании данных за 2 мес.

** С учетом забастовки, длившейся 51 день.

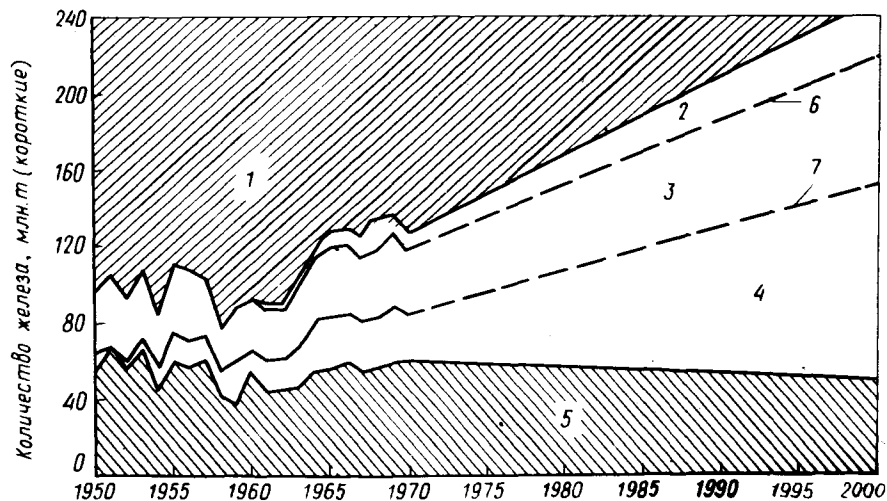


Рис. 10.27, Обеспечение потребности США в стали [4]

1 – общая потребность; 2 – импорт стали; 3 – импорт вторичного сырья; 4 – импорт руды; 5 – добыча стали; 6 – промышленная потребность; 7 – потребность в первичном сырье

Таблица 10.95. Потребление тары для пива и безалкогольных напитков в США [1967—1970 гг.], млн. шт. [3]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 * г.
<i>Безалкогольные напитки</i>				
Стеклотара	32 715	31 046	36 133	35 349
Металлическая тара	7 290	10 028	11 764	12 856
Отгрузка стеклотары:				
годной для повторного использования	1 913	1 747	1 640	1 603
не годной для повторного использования	3 586	4 644	6 457	8 360
Общее количество емкостей **				
Распределение в товарообороте, %:				
металлическая тара	18,2	24,4	24,5	26,6
бутылки, годные для повторного использования ***	72,8	64,3	62	56,1
бутылки, не годные для повторного использования	9	11,3	13,5	17,3
среднее количество перевезенных годных бутылок	16	15	14	Нет данных
<i>Пиво</i>				
стеклотара	17 003	16 092	17 834	17 747
металлическая тара	13 769	15 342	16 708	18 864
Отгрузка стеклотары:				
бутылки, годные для повторного использования	624	475	480	350
бутылки, не годные для повторного использования	5 784	5 985	6 876	7 248
Общее количество емкостей **				
Распределение в товарообороте, %:				
металлическая тара	44,7	48,8	48,4	51,5
годные бутылки ***	36,5	32,2	31,7	28,7
негодные бутылки	18,8	19	19,9	19,8
среднее количество перевезенных годных бутылок	19	20	20	Нет данных

* По оценке Мидуэст Ресёрч Инститьют на основании данных за 8 мес.

** Стеклотара и металлические банки для напитков.

*** % от общего количества, а не от возвращаемой тары.

Таблица 10.96. Стоимость производства стекла, долл/т [28]

Компонент стоимости	Первичное сырье	Стеклобой
Поставки первичного сырья	15,48	0
То же, бой	0	17,77—22,77
Потери при плавке	2,95	0
Затраты на переработку на стеклянных заводах	0	0,5 —1
Всего	18,43	18,27—23,77

Таблица 10.97. Воздействие на окружающую среду использования стеклянного боя для производства 1000 т стеклотары [28]

Источник влияния	Использование		Изменение *, %
	15% боя	60% боя	
Отходы горных разработок, т	104	22	—79
Количество веществ, загрязняющих атмосферу, т	13,9	13 10,9	—6 ** —22 ***
Расход воды (за вычетом сброса), тыс. л	756	378	—50
Расход энергии, кДж	17038 · 10 ⁶	17671 · 10 ⁶	+3
Расход первичного сырья, т	1100	500	—54
Количество отходов, образующихся после потребления, т	1000	450	—55

* Отрицательные цифры означают меньшее влияние на среду в связи с увеличением числа циклов оборота.

** Рассчитано с учетом извлечения боя из городских отходов по технологии, разработанной на предприятии «Блэк Клаусон».

*** Рассчитано с учетом извлечения боя из городских отходов по системе Отдела горнопромышленных разработок.

скрапа и изменение цен на скрап. Как видно, спрос на скрап не зависит от падения и роста цен на него. В табл. 10.108 показаны рынки сбыта стальной продукции, а в табл. 10.109 — импорт и экспорт скрапа черных металлов. В табл. 10.110 перечислены негорючие компоненты автомобильного скрапа, образующиеся при разработке на металлолом вышедших из употребления автомобилей. Цветной и черный регенерируемый лом от автомобилей оценивается в табл. 10.111.

Анализ данных, приведенных в табл. 10.112, указывает на возможность включения низкосортного скрапа в исходный материал для получения стальных изделий. Влияние на окружающую среду использования вторичного и первичного сырья показано в табл. 10.113.

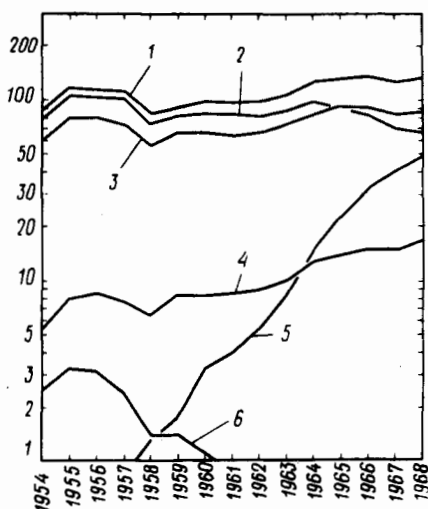


Рис. 10.28. Объем производства стали в 1954—1968 гг. (в млн. т) [5]

1 — суммарное количество производимой стали; 2 — выплавка в мартеновских печах (42% потребляемого скрапа); 3 — общее потребление скрапа; 4 — выплавка в электропечах (98% потребляемого скрапа); 5 — выплавка в кислородных печах (29% скрапа); 6 — выплавка в бессемеровских конвертерах (10% потребляемого скрапа)

Рис. 10.30. Тенденции в потреблении скрапа и изменении цен на него в 1949—1968 гг. [5]

1 — общее потребление; 2 — потребление "внутреннего" скрапа; 3 — потребление скрапа из устаревшего оборудования; 4 — потребление скрапа из отходов производства; 5 — цена на переплавленную сталь; 6 — цена на пакетированную сталь

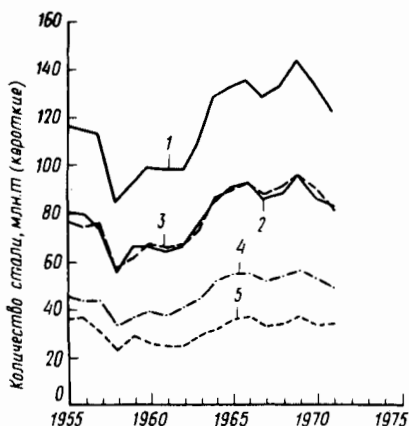
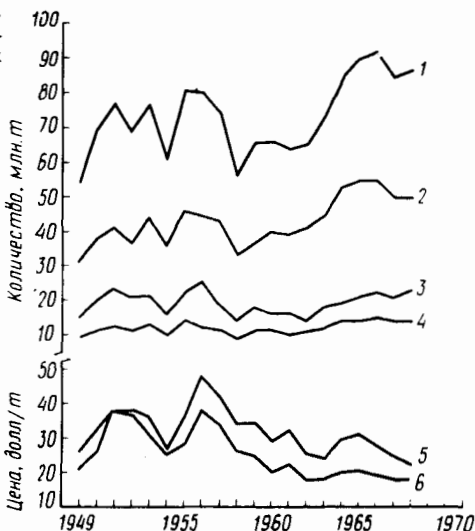


Рис. 10.29. Объем выплавки стали 1 (по данным Американского института стали и сплавов), потребления скрапа черных металлов 2, потребления чушкового чугуна 3, образования "внутреннего" скрапа 4 и поставок скрапа [5] 39

Серя и пириты. В табл. 10.114 приведены некоторые статистические данные о производстве серы и пиритов в 1970 г. Благодаря принимаемым мерам по ограничению выбросов в атмосферу серы с предприятий, работающих на сжигаемом топливе, возрастает практика извлечения серы из отработанных газов.

Т а б л и ц а 10.98. Статистические сведения о серебре [37]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>США</i>					
Добыча серебра, т	1002,7	1014,6	1299,1	1395,2 ⁷	1288,5
Цена, тыс. долл.	50,135	70,191	75,04	79,695 ⁷	64,258
Добыча руды (сухой и кремнистой), тыс. т:					
золотая руда	2 107	1 823	1 822	1 904	1 714
руда (с содержанием золота и руды)	143	181	196	95	152 ⁷
серебряная руда	823	638	687	613	612
Содержание серебра, ‰, извлекаемое:					
из сухих и кремнистых руд	39	39	36	33	37
из металлических руд	61	61	64	67	63
Производство аффинажных заводов ¹ , т	938,3	1153,2 ⁷	1356,8 ⁷	1533 ⁷	1154,5
Экспорт ² , т	2193,8	3898,6	2756,2	856	3 789
Общий импорт ² , т	1721,1	2192	2228,2	1931,3	1796,8
Запасы на 31 декабря, т:					
государственное казначейство ³	10 881	7936	3224	775	1 488
промышленность ⁴	2584,1	5157	6162,5	6514,6	5728,4
Потребление, т:					
промышленность и ремесла	5302	4504,1	4387,9	6150,5	4003,5
чеканка монет	1359,4	1141,8	601,6	22	76,7
Стоимость ⁵ , долл/кг	50	69	58	57	50
<i>Остальные страны мира</i>					
Производство, т	8004,3	8533,2	9167,2 ⁷	9420,8 ⁷	9 136
Потребление ⁶ , т:	10750,8	10837,6	11296,4	11085,6	11 098
промышленность и ремесла чеканка	3264,3	2768,3	1726,7	1249,3	589

¹ Из отечественных руд.² Исключая чеканку монет.³ Исключая серебро в серебряных долларах.⁴ Учитывая серебро в экспортных товарах и зарегистрированное в Чикагской торговой палате.⁵ Средняя цена по нью-йоркскому курсу.⁶ Только капиталистические страны.⁷ Уточненные данные.

Таблица 10.99. Статистические сведения о черных металлах, тыс. т [38]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>США</i>					
<i>Чугун в чушках:</i>					
производство	78 967	80 778	86 453	83 650	74 058
отгрузки	79 005	81 067	86 880	83 058	74 012
экспорт	6	8	40	282	31
импорт для потребления	551	715	368	226	278
<i>Производство необработанной стали*:</i>					
углеродистой	103 003	105 805	113 597	106 844	97 376
нержавеющей	1 320	1 303	1 428	1 164	1 149
других сортов	11 441	12 522	13 524	11 670	11 077
Всего	115 764	119 630	128 549	119 678	109 602
Индекс (по отношению к 1967 г.)	100	103,1	111	103,4	94,7
Общее количество отгруженного стального проката	76 346	83 589	85 428	82 626	79 204
Экспорт основной продукции черных металлов	1 911	2 432	5 267	6 968	3 210
Импорт основной продукции черных металлов**	10 766	16 685	13 222	12 633	17 121
<i>Мировое производство:</i>					
чугун в чушках	350 993	380 478	412 345	428 615	431 656
необработанная сталь, слитки и отливки	495 040	531 440	575 631	596 396	583 922

* По данным Американского института железа и сталей с учетом слитков и стали, полученных непрерывным литьем и другими способами.

** Данные для анализа за все годы несопоставимы.

Олово в США практически не производится, а потребность в нем за последние 20 лет оставалась почти на одном и том же уровне и на 35% обеспечивалась за счет переработки скрапа. Прогноз на будущее (рис. 10.31) указывает на увеличение спроса на олово. Несколько иной прогноз и другие данные представлены

Таблица 10.100. Объем выплавки стали в США в печах различного типа *, тыс. т [38]

Год	Печи			Всего
	марте-новские **	с кислород-ным дутьем	электри-ческие	
1967	64 328 ***	37 705	13 731	115 764
1968	59 911 ***	44 419	15 301	119 631
1969	55 413	54 815	18 320	128 548
1970	43 700	57 630	18 347	119 677
1971	32 359	58 188	19 056	109 603

* Включая отливки, полученные в литейных цехах и не учтенные Американским институтом железа и сталей.

** Данные для марте-новских печей с кислой и основной футеровкой в предыдущие годы публиковались отдельно.

*** Включены также данные для бессемеровских конверторов.

Таблица 10.101. Расход металлсодержащих материалов в сталелитейных печах ** в США, тыс. т [38]

Год	Железная руда		Агломераты		Первич-ный чугун	Ферро-сплавы***	Лом черных металлов
	отечест-венная	привоз-ная	отечест-венная	привоз-ные			
1967	868	2643	546	344	73 167	1654	59 174
1968	872	2288	622	307	72 753	1525	61 235
1969	646	1930	443	466	76 610	1615	67 652
1970	457	1719	423	433	74 435 *	1493	60 470
1971	280	1061	267	291	67 394	1317	57 610

* Уточненные данные.

** В таблице приведены данные о выплавке стали в кислородных конверто-рах, марте-новских и электрических печах; информация о бессемеровских кон-верторах дана только для 1967 г.

*** В том числе ферромарганец, шпигель, кремниймарганец, металлический марганец, феррокремний, феррохромовые сплавы и ферромолибден.

Таблица 10.102. Потребление скрапа черных металлов и чугуна в США [1970 г.], тыс. т [39]

Вид скрапа	Поступление	Образование	Расход	Отгрузка	Запасы на 31 декабря
<i>Скрап литейного и других производств</i>					
<i>Углеродистая сталь:</i>					
отходы штамповки и листового материала	734	42	758	13	37
отходы резания	682	58	722	6	56
плавкая сталь № 1	190	70	232	30	11
плавкая сталь № 2	183	15	196	8	21
отходы металла № 1 и из электропечей	316	—	316	—	12
отходы металла № 2 и др.	403	6	420	—	44
токарная и сверлильная стружка	548	34	559	27	51
шлаки (содержание Fe)	9	7	16	1	—
обломки или куски	381	—	383	—	24
другие виды стального лома	1 475	143	1 585	23	126
Нержавеющая сталь	4	—	4	—	4
Легированная сталь (кроме нержавеющей)	89	9	104	1	24
Чугун (включая стружку)	3 462	4 576	7 963	127	318
Другие сорта скрапа	345	217	538	14	23
Всего	8 821	5 177	13 796	250	751
Чугун в чушках	2 242	—	2 233	6	244
<i>Отходы всех видов производств</i>					
<i>Углеродистая сталь:</i>					
отходы штамповки и листового материала	1 614	190	1 763	24	151

Вид скрапа	Поступление	Образование	Расход	Отгрузка	Запасы на 31 декабря
отходы резания	1 188	66	1 228	7	115
плавкая сталь № 1	7 260	17 036	24 273	1 952	2 554
плавкая сталь № 2	2 066	969	2 983	74	404
отходы металла № 1	4 880	655	5 438	76	748
отходы металла № 2 и др.	2 455	479	2 902	74	298
токарная и сверлильная стружка	1 849	413	2 105	137	235
шлаки (содержание Fe)	985	1 790	2 451	86	105
обломки или куски	1 528	—	1 505	4	102
другие виды стального лома	4 788	11 726	14 776	1 012	1 290
Нержавеющая сталь	461	446	879	38	88
Легированная сталь (кроме нержавеющей)	488	1 976	2 340	115	338
Чугун (включая стружки)	5 533	8 366	12 828	1 185	1 243
Другие сорта скрапа	684	632	1 240	70	58
Всего	35 779	44 744	75 136	4 854	7 730
Чугун в чушках	5 741	73 634	73 906	5 562	1 619

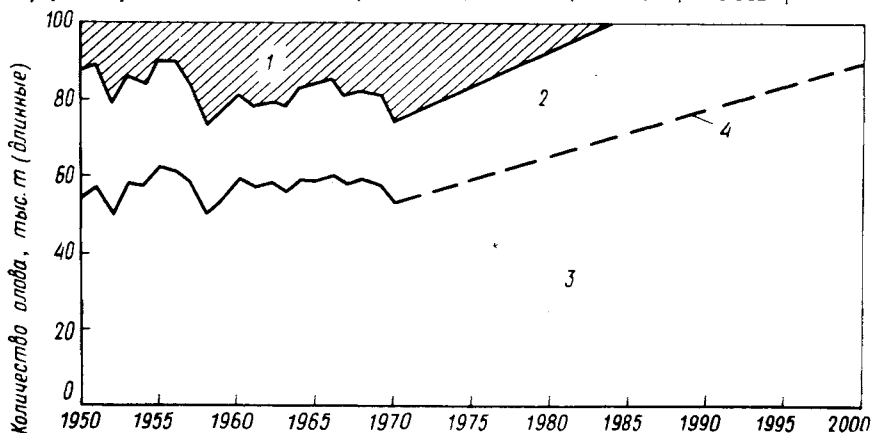


Рис. 10.31. Обеспечение потребности США в олове [4]

1 — промышленная потребность; 2 — импорт старого скрапа; 3 — импорт олова; 4 — потребность в первичном сырье

Таблица 10.103. Отношение объемов использования в печах скрапа черных металлов и первичного чугуна (1971 г.), % [39]

Печь	Скрап	Первичный чугун
Кислородный конвертор с основной футеровкой	27,9	72,1
Мартеновская печь	44,4	55,6
Электропечь	96,7	3,2
Вагранка	88,8	11,2
Печь с воздушным дутьем	75,4	24,6

Таблица 10.104. Количество скрапа, добавляемого в сталеплавильные печи, % [5]

Печь	1947— 1953 гг.	1954— 1958 гг.	1959— 1963 гг.	1964— 1968 гг.
Мартеновская печь	45,8	43,6	41,5	41,7
Кислородный конвертор с основной футеровкой	—	—	27,7	29,2
Электропечь	98,2	97,4	97,3	97,9
Бессемеровский конвертор	5,2	10,8	10,5	—
Всего (среднее)	47,8	46,9	46	43,4

Таблица 10.105. Максимально возможный расход скрапа для выплавки стали (1967 г.) [5]

Печь	Расход металла, тыс. т	Максимальное технически возможное потребление скрапа, % от расхода металла	Максимальный расход скрапа, тыс. т
Мартеновская печь	82 413	70—80	57 689—65 930
Бессемеровский конвертор	242	20	40—48
Кислородный конвертор с основной футеровкой	49 578	50—60	24 789—29 747
Электропечь	19 150	98	18 767—18 767
Всего	151 383	67—76	101 293—114 492

Примечание. Фактический расход скрапа за год составил 62 962 тыс. т.

Таблица 10.106. Материальный баланс в металлообрабатывающей промышленности (1967 г.), тыс. т [3]

Потребитель материала	Расход или потребление		Выход продукции
Руды и скрап только США:			
металл в рудах	86 035	Продукция Внутренний скрап Технологические потери	95 884
скрап	85 361		63 734
			11 778
Всего	171 396		171 396
Только скрап США и привозной:			
доменные печи	4 218		809
сталелитейные печи	62 962		12 569
прокатные станы	—		30 664
стальное фасонное литье	3 469		1 770
литейные цехи	14 712		6 500
холодная обработка давлением	—		9 187
переработка	—		2 235
импорт	—		229
экспорт	7 635		—
устарелый скрап *	—		29 033
Всего	92 996		92 996

* Рассчитано косвенным образом исходя из промышленных статистических данных о накоплении внутреннего скрапа; остальной скрап поступал из внешних источников.

в табл. 10.115. Мировые запасы олова катастрофически истощены, что заставляет обратиться к регенерации отходов. В табл. 10.116—10.120 сообщаются сведения о потреблении и производстве первичного и вторичного сырья. В связи с возросшим применением для консервов и напитков банок из стали без примеси олова (вместо олова используется чрезвычайно тонкий слой напыленного хрома) расход олова может не увеличиться до прогнозируемого.

Титан. Добыча титана в США в 1970 г. удовлетворяла потребность промышленности примерно на 60%. В будущем предполагается быстрый рост спроса на титан, поскольку он приобретает

Таблица 10.107. Относительная стоимость использования в сталелитейной промышленности первичного чугуна и скрапа [1967 г.] [5]

Материал	Расход в доменных печах		Цена*, долл/т	Пропорциональная стоимость расходуемого материала, долл/т
	тыс. т	% от общего количества		
Железная руда	42 523	19,35	5,3—8,86	1,03—1,7
Агломераты	96 875	44,09	10,95	4,83
Флюс	14 422	6,57	13,42	0,88
Кокс	56 197	25,58	17,42	4,46
Внутризаводской скрап	809	0,37	—	—
Другие типы скрапа	3 409	1,55	23,78	0,37
Прокатные шлак и окалина	5 476	2,49	—	—
Всего	219 711	100		11,57—12,2

Количество сырья, требуемого для получения 1 т первичного чугуна, т 2,53

Стоимость, долл/т:

сырья за 1 т чугуна в чушках 29,27—30,99
 крупного скрапа плавкой стали (средняя) 23,78
 отходов металла № 2 18,24
 отходов вагранки № 1 (декабрь) 37,95
 готового чугуна в чушках (средняя) 57,2

* Для руды: более низкая цена за гематит, более высокая — за другие виды; для кокса: средняя цена для печей; для скрапа: суммарная цена тугоплавкого скрапа.

общеупотребительное значение и его применение в настоящее время не ограничивается военной и космической областями (рис. 10.32). Более подробные сведения о титане сообщаются в табл. 10.121 и 10.122, а о потреблении скрапа, превысившем в 1970 г. импорт, — в табл. 10.123.

Текстиль. В табл. 10.124 представлена информация о потреблении текстильных волокон. Основные области применения текстиля указаны в табл. 10.125.

Вольфрам. Данные о вольфраме представлены в табл. 10.126—10.127 и графически на рис. 10.33.

Таблица 10.108. Основные рынки сбыта продукции сталелитейной промышленности (1967 г.) [3]

Рынки сбыта	Поставки	
	тыс. т	% от общего количества
Транспортные средства:		
автомобили	16 488	19,65
рельсы	3 225	3,84
корабли и подводные лодки	943	1,12
самолеты	102	0,12
Строительство и подряды	15 957	19,02
Сталелитейные центры	14 863	17,72
Отрасли промышленности:		
нефтяная и газовая	315	0,37
горная и деревообрабатывающая	345	0,43
машиностроение	7 802	9,3
приборы и бытовая аппаратура	2 092	2,49
тара и упаковка	7 255	8,65
Обрабатывающая и перерабатывающая промышленность	2 837	3,33
Артиллерийские орудия	1 622	1,93
Болты, гайки, заклепки	1 128	1,34
Другие рынки	5 456	6,5

Ванадий. Прогнозируемое превышение импорта ванадия над экспортом видно из рис. 10.34 и табл. 10.128 и 10.129. Регенерация ванадия почти не имеет места из-за малых используемых объемов.

Древесина. Основной конечный продукт промышленного использования древесины — бумага и строительные материалы. Процессы их производства являются или до недавнего времени были неэкономичными. К примеру, 71% сырьевой древесины в процессе переработки в бумагу шло в отходы (приблизительная пропорция на 1970 г.). В 1960-е и 1970-е годы количество отходов снизилось и были найдены новые области применения побочных продуктов. Технологическая схема лесопильного производства представлена на рис. 10.35; отношение отходов к продукции для

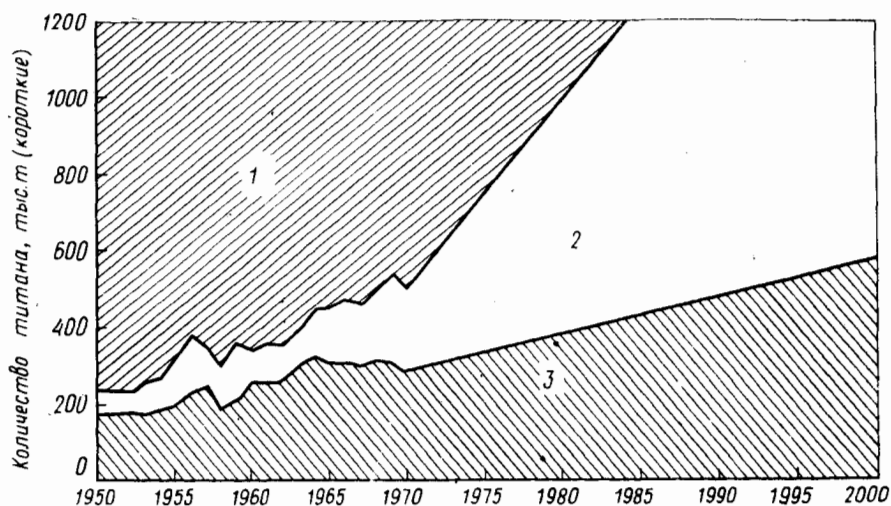


Рис. 10.32. Обеспечение потребности США в титане [4]

1 — потребность в первичном сырье; 2 — импорт титана; 3 — добыча титана

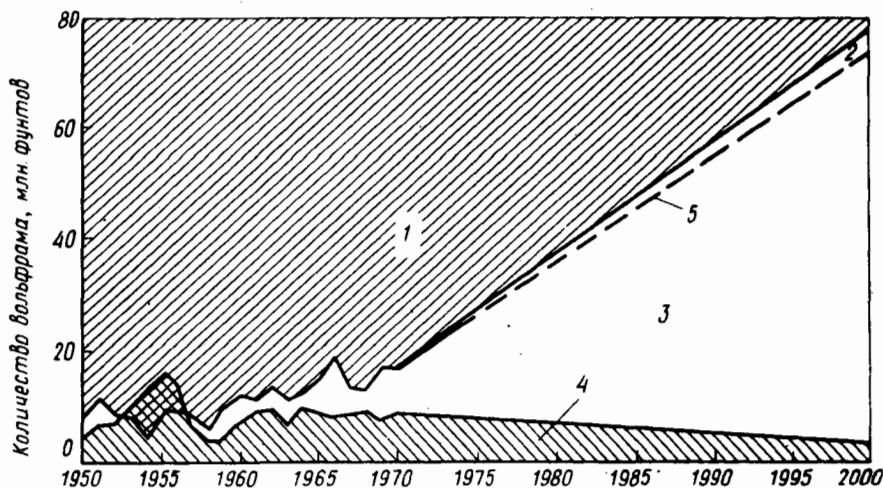


Рис. 10.33. Обеспечение потребности США в вольфраме [4]

1 — промышленная потребность; 2 — импорт вторичного сырья; 3 — импорт вольфрама; 4 — добыча вольфрама; 5 — потребность в первичном сырье

восточных и западных лесопильных предприятий приведено в табл. 10.130. Использование опилок и стружки с учетом их физических свойств показано в табл. 10.131.

Т а б л и ц а 18.109. Экспорт и импорт черного металлолома в США [39]

Статья импорта или экспорта	1967 г.		1968 г.		1969 г.		1970 г.		1971 г.	
	Коли- чество, тыс. т	Цена, тыс. долл.	Коли- чество, тыс. т	Цена, тыс. долл.	Коли- чество, тыс. т	Цена, тыс. долл.	Коли- чество, тыс. т	Цена, тыс. долл.	Коли- чество, тыс. т	Цена, тыс. долл.
<i>Экспорт</i>										
Тугоплавкий скрап № 1	2513	89 365	2259	72 286	3141	114 646	3325 *	158 483 *	1662	64 514
Тугоплавкий скрап № 2	1047	33 064	712	20 384	918	29 760	1037 *	45 526 *	587	20 297
Пакетированный сталь- ной скрап № 1	357	12 536	245	7 151	540	19 679	343	16 290	212	8 460
Пакетированный сталь- ной скрап № 2	1375	33 272	882	18 999	944	22 038	1256	41 902	898	22 519
Скрап нержавеющей стали	113	33 334	103	26 305	69	22 868	79	30 926	40	12 518
Измельченный сталь- ной лом **	—	—	—	—	—	—	1060	49 344	934	36 568
Стружки и обрезки	420	9 009	399	8 359	698	13 135	563 *	15 311 *	355	8 663
Другой стальной лом ***	569	21 640	885	30 548	1238	46 930	802 *	44 423 *	423	19 030
Скрап чугуна	407	12 777	378	10 868	571	20 481	734 *	29 815 *	423	13 851
Итого	6801	244 977	5863	194 900	8119	289 537	9199 *	431 910 *	5534	206 420
Корабли, лодки и дру- гие суда (на лом)	31	306	109	2 105	104	2 319	483	11 474	360	6 824
Всего	6831	245 303 *	5972 *	197 005 *	8223 *	291 856	9682 *	443 384 *	5894	213 244

Маериал для повторного проката	147	5 934	116	5 844	231	13 170	228	15 464	159	8 978
Всего	6978	251 237 *	6088 *	202 849 *	8454 *	305 026 *	9910 *	458 848 *	6053	222 222
<i>Импорт</i>										
Скрап черных металлов	196 *	8 182	251	10 784	283	12 571	254	10 609	238	10 713
Скрап луженой листовой стали	13	381	16	541	22	917	20	591	18	546
Всего	209	8 563	267	11 325	305	13 488	274	11 200	256	11 259

* Уточненные данные.

** Учитывается отдельно с 1 января 1970 г.

*** В том числе луженая листовая сталь с двойным и тройным покрытием.

**Таблица 10.110. Содержание негорючих компонентов
автомобильного лома, % [40]**

Компонент	Масса	Содержание Fe (расчетное)
Тонколистовой металл толщиной < 3 мм	58,9	97
Толстолистовой металл толщиной > 3 мм	20,8	99
Шлам и стекло	10,8	21
Нержавеющая сталь	0,3	74
Цветные металлы	1,3	—
Горючие вещества	7,9	—
Всего	100	80,2

**Таблица 10.111. Ценность утилизируемого металлического
автомобильного лома [41]**

Металл	Масса, кг	Цена, долл.	Стоимость, долл.
Полосовая мягкая сталь № 2	1176	18,7 за 1 т	22
Чугун	193,2	42,2 » »	8,14
Медь:			
корпус радиатора	6,9	0,728 за 1 кг	5,02
тяжелая медь № 2 и провода	6,2	0,88 » »	5,46
детали из желтой латуни	1,2	0,69 » »	0,83
Цинковые отливки	24,4	1,39 » »	33,9
Алюминиевые отливки	22,8	0,28 » »	6,4
Свинец:			
аккумуляторы	9	1,4 за 1 шт.	1,4
зажимы аккумуляторов	0,2	0,24 за 1 кг	0,05
Всего	1440,2		83,7

Таблица 10.112. Объем использования низкосортного скрапа для производства стальной продукции [1970 г.] [28]

Стальная продукция	Количество использованного скрапа		Оценка возможности использования низкосортного скрапа в виде ингредиента
	млн. т	%	
Арматурные прутки	4,891	5,4	Превосходно
Легкие горячекатаные конструкции	6,076	6,7	»
Итого	10,967	12,1	
Некоторые виды прутковой стали	1,607	1,8	Очень хорошо
Оснастка железнодорожных путей	0,44	0,5	То же
Итого	13,014	14,4	
Некоторые виды толстолистовой стали	7,777	8,6	Хорошо
Всего	20,791	23	
Оборудование нефтепромыслов	1,307	1,4	Удовлетворительно
Тяжелые строительные конструкции	5,566	6,1	»
Пакетированное железо	0,495	0,5	»
Всего	28,159	31	
Горячекатаные полосы	1,293	1,4	Незначительно
Горячекатаные листы	12,319	13,6	»
Всего	41,771	46	
Другая продукция	49,027	54	Обычно не применяется
Всего	90,798	100	

Таблица 10.113. Сравнительное воздействие на окружающую среду производства 1000 т стали [28]

Источник влияния	Использование		Изменение *, %
	первичного сырья	100% отходов	
Использование первичного сырья, т	2278	250	-90
Расходы воды, млн. л	62,75	72,6	-40
Расход энергии, ккал·кДж	23348 · 10 ⁶	6424 · 10 ⁶	-74
Количество веществ, загрязняющих атмосферу, т	121	17	-86
Количество веществ, загрязняющих воду, т	67,5	16,5	-76
Количество отходов, образующихся после потребления, т	967	-60	-106
Отходы горнопромышленных разработок, т	2828	63	-97

* Отрицательные цифры означают меньшее влияние на среду в связи с увеличением числа циклов оборота.

Таблица 10.114. Статистические сведения о сере, тыс. т [42]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>США</i>					
Производство:					
природная сера	7 154	7 609	7 289	7 223	7 165
все формы	9 319	9 933	9 731	9 742	9 763
Экспорт серы	2 237	1 634	1 582	1 462	1 567
Импорт пиритов и серы	1 672	1 789*	1 831	1 700	1 455
Заласы серы на 31 декабря	1 993	2 845	3 530	4 119	4 397
Видимое потребление всех форм серы **	9 711	9 168	9 354	9 316	9 364
<i>Остальные страны</i>					
Производство элементарной серы	18 307	19 866	21 201	22 184	22 966
Производство пиритов	10 189	9 783	9 621	10 549	10 027

* Уточненные данные.

** Оценено количество поданной серы с учетом импорта и за вычетом экспорта.

Таблица 10.115. Статистические данные об олове, т [4]

Год	Промышленная потребность	Старый скрап ¹	Потребность в первичном сырье	Общий импорт руды и металла	Колебания промышленных государственных и фирменных запасов	Добыча олова в США	Добыча олова в остальных странах
1951	89 580	31 237	58 343	59 442	1 189	88	172 021
1952	79 673	29 261	50 412	104 515	54 204	99	176 785
1953	87 010	28 042	58 969	113 663	54 751	56	192 678
1954	84 217	26 609	57 608	93 451	36 051	205	191 612
1955	91 931	28 793	63 137	87 313	24 276	99	200 255
1956	91 769	29 911	61 858	80 600	18 742	0	202 692
1957	83 827	24 648	59 179	57 090	2 089	0	203 606
1958	73 746	23 175	50 571	С	С	0	155 951
1959	78 611	24 079	54 532	С	С	50	164 033
1960	84 849	22 403	59 446	С	С	10	183 276
1961	79 502	22 037	57 465	49 312*	8 153	С	187 046
1962	80 350	21 377	58 974	48 447*	10 527	С	189 890
1963	79 556	22 689	56 866	43 970*	12 899	С	194 158
1964	84 104	23 884	60 220	32 389	27 765	65	196 494
1965	85 309	25 477	59 761	41 695	18 090	47	204 622
1966	86 829	25 754	61 075	43 261	17 715	97	211 328
1967	81 928	23 030	58 898	51 607*	7 292	С	217 627
1968	83 272	22 855	60 417	57 217*	3 200	С	231 985*
1969	81 793	23 139	58 654	53 230*	5 423	С	227 663*
1970	74 196	20 321	53 875	51 581*	2 294	С	230 194*
2000	132 080	40 640	91 440	.....	.....	0	.....

* Без учета добычи олова в США.

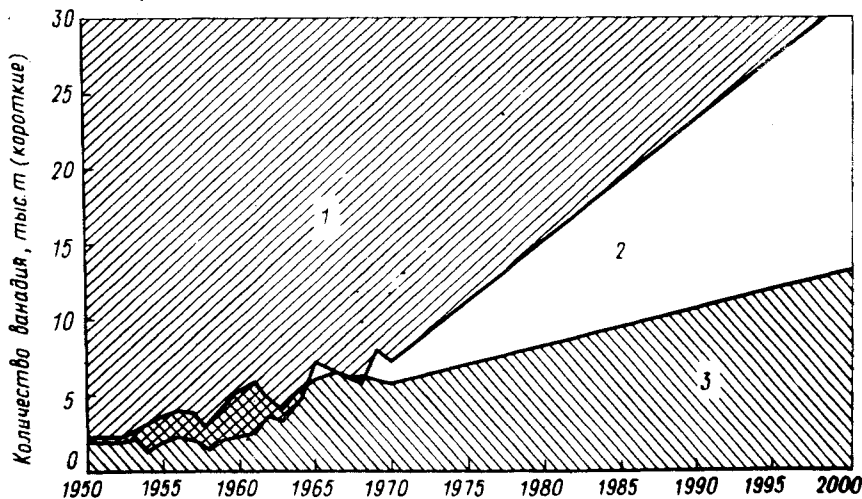
С — секретные сведения компаний.

¹ Под новым скрапом понимаются отходы, образовавшиеся при получении металлолома, под старым — образовавшиеся при выходе из строя или окончании эксплуатации ранее выпущенного оборудования и материалов. (Примеч. науч. ред.).

Таблица 10.116. Основные статистические данные об олове, т [43]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>США</i>					
Производство:					
добыча	С	С	С	С	С
выплавка олова	3 097	3 508	351	Нет данных	
вторичное сырье	23 030	22 855	23 139	20 321	20 418
Экспорт (с учетом реэкспорта)	2 519	4 567	2 949	4 523	2 298
Импорт для потребления:					
металлическое олово	51 026	58 276	55 829	51 363	47 691
руда (содержание олова)	3 307	2 478	—	4 742	3 109
Потребление:					
первичное сырье	58 774	59 801	58 654	53 804	52 812
вторичное сырье	23 155	23 472	23 429	21 214	18 258
Средняя цена, цент/кг	340,9	329,1	365,4	387	371,9
<i>Мировое производство</i>					
Добыча	217 661	231 985	229 337	233 108	233 206
Выплавка олова	222 682	233 237	228 895	224 474	230 450

С — секретные сведения компаний.



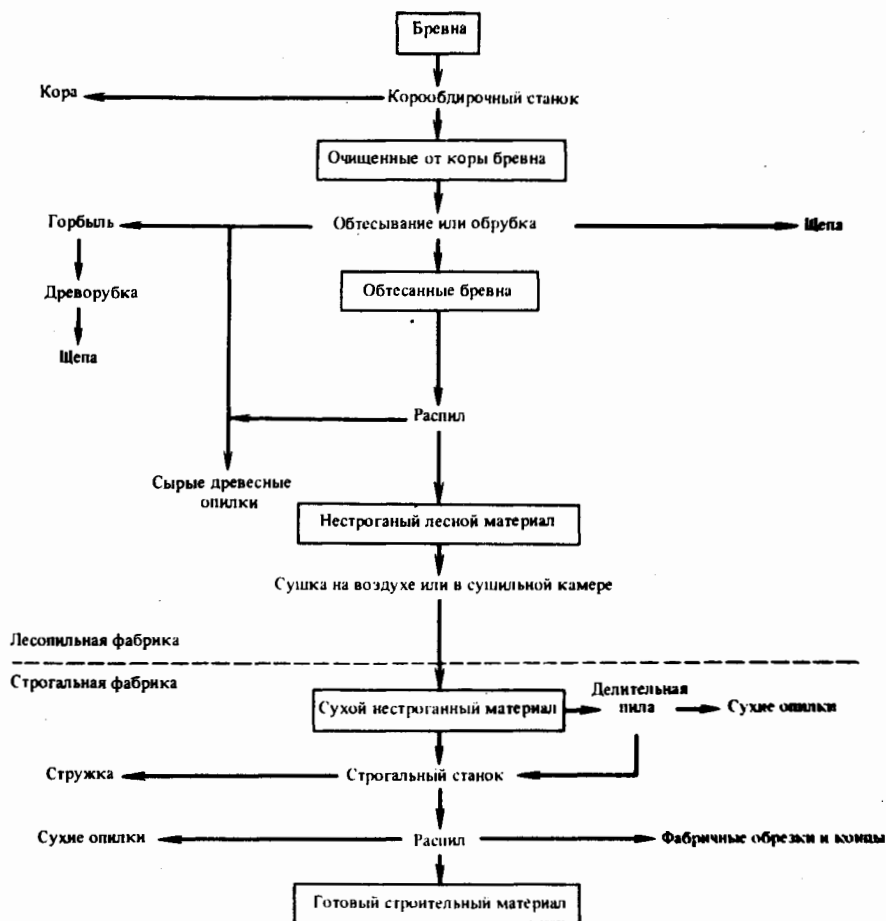


Рис. 10.35. Технологическая схема лесопильного предприятия [47]

Рис: 10.34. Обеспечение потребности США в ванадии [4]

1 — промышленная потребность; 2 — импорт; 3 — добыча

**Таблица 10.117. Вторичное олово, полученное в США
после обработки отходов на предприятиях вторичного сырья [43]**

	1970 г.	1971 г.
Обработанные отходы белой жести **, т	786 843	757 104
Олово, полученное в виде:		
металла	2 028	1 822
соединений (по металлическому олову), т	632	595
Всего ***	2 660	2 417
Масса полученных соединений олова, т	1 097 *	1 127
Среднее количество олова, полученное из 1 т отходов белой жести, кг	7,42	7,01
Средняя цена доставки отходов белой жести за 1 т, долл.	35,57	28,21

* Уточненные данные.

* Данные для обрезков белой жести и покрытых оловом контейнеров объединены, чтобы не раскрывать секретных сведений компаний.

** Данные об утилизации из отходов белой жести. Кроме того на предприятиях вторичного сырья в 1971 г. произведено 504 т металлического олова и его соединений из оловянного скрапа.

**Таблица 10.118. Олово, полученное в США из переработанного
металлического лома, т [43]**

	1970 г.	1971 г.
Металлическое олово:		
на специализированных заводах	2 435	2 286
на других заводах	180	75
Итого	2 615	2 361
Бронза и латунь:		
из лома с медной основой	9 338	8 992
из лома со свинцовой и оловянной основой	87	85
Итого	9 425	9 077

	1970 г.	1971 г.
Припой	4 976	5 570
Гарт	1 541	1 221
Баббит	694	913
Гартблей	357	641
Химические соединения	711	622
Разное	1	12
Итого	8 280	8 979
Всего	20 320	20 418
Стоимость, тыс. долл.	77 956	75 328

* Включая фольгу, оцинкованный кабель, сплавы свинца и олова.

Таблица 10.119. Поставка жестяных банок¹, тыс. стандартных ящиков [43].

Банки	1970 ³ г.	1971 ⁴ г.	Изменения (1971 г.), %
<i>Для пищевых продуктов и напитков</i>			
Фрукты и фруктовые соки	13 337	13 258	-0,6
Овощи и овощные соки	24 058	21 939	-8,8
Молоко стерилизованное и сгущенное	2 534	2 568	+1,3
Другие молочные продукты	585	452	-22,7
Безалкогольные напитки	26 197	28 255	+7,8
Пиво	37 593	36 636	-2,5
Мясо и птица	3 723	3 702	-0,6
Рыба и другие морские продукты	3 450	2 664	-22,8
Кофе	3 766	3 759	-0,2
Жир и приправы	1 733	1 639	-5,4
Детское питание	1 053	1 205	+14,4
Питание для домашних животных	6 524	5 898	-9,6

Банки	1970 ³ г.	1971 ⁴ г.	Изменения (1971 г.), %
Другие пищевые продукты, включая супы	14 024	15 520	+10,7
Всего	138 577	137 495	-0,8
<i>Для непищевых продуктов</i>			
Масла	3 108	3 085	-0,7
Краски и лаки	4 886	4 903	+0,3
Антифриз	816	765	-6,2
Прессованная упаковка	5 431	5 285	-2,7
Другие	6 481	6 152	-5
Всего	20 722	20 190	-2,6
Общая сумма	159 299	157 685	-1
<i>По виду металла</i>			
Стальные стандартные ящики ² :			
шт.	143 064	139 400	-2,6
тыс. т	5 146	5 014	-2,36
Алюминиевые стандартные ящики:			
шт.	16 235	18 285	+12,6
тыс. т	320	358	+10,5

¹ Включая банки из белой жести и алюминиевые.

² Стандартный ящик — единица измерения количества жести; применяется в жестяной промышленности (202 272 см² листовой жести или 404 544 см² общей площади поверхности).

³ Уточненные данные.

⁴ Предварительные данные.

Т а б л и ц а 10.120. Запасы, поступление и потребление нового и старого металлического лома.
Вторичное олово, произведенное в США (1971 г.), т [43]

Вид металлического лома и классификация потребителей	Общая масса металлического лома					Вторичное олово			
	запасы на 1 января	поступ- ление	потребление			запасы на 31 де- кабря	из свежего скрапа	из старого скрапа	всего
			новый	старый	всего				
<i>Лом с медной основой</i>									
Предприятия по переплавке вто- ричного сырья:									
автомобильные паяные радиаторы	1 358	51 278	—	50 711	50 711	1 925	—	2 180	2 180
латунь, сплав или томпак	2 954	71 339	16 705	54 432	71 137	3 156	546	2 024	2 569
латунь, томпак (кремнистая бронза)	828	3 573	2 926	886	3 812	589	—	8	8
латунь желтая	4 312	58 910	6 732	51 539	58 271	4 951	23	519	542
бронза	2 606	22 958	3 841	19 408	23 249	2 314	385	1 525	1 910
низкосортный металлолом и отходы	6 272	90 428	62 608	22 305	84 913	11 787	9	—	9
нейзильбер	572	3 877	668	3 311	3 979	470	6	23	29
железнодорожные вагоны	236	1 510	—	1 437	1 437	309	—	68	68
Всего	19 138	303 873	93 480	204 029	297 509	25 501	969	6 347	7 315

Вид металлического лома и классификация потребителей	Общая масса металлического лома					Вторичное олово			
	запасы на 1 января	поступ- ление	потребление			запасы на 31 де- кабря	из свежего скрапа	из старого скрапа	всего
			новый	старый	всего				
Латунные заводы **:									
латунь, томпак (кремнистая бронза)	4 144	45 019	45 019	—	45 019	3 885	2	—	2
латунь желтая	22 867	214 963	214 963	—	214 963	14 521	194	—	194
бронза	737	4 418	4 418	—	4 418	665	203	—	203
нейзильбер	2 660	21 544	21 544	—	21 544	3 306	—	—	—
Всего	30 408	285 944	285 944	—	285 944	22 377	399	—	399
Литейные и другие заводы ***:									
автомобильные радиаторы (с невыделенной влагой)	536	8 559	—	8 240	8 240	855	—	371	371
латунь, сплав или томпак	617	5 129	1 738	3 066	4 805	941	82	145	228
латунь, томпак (кремнистая бронза)	27	423	197	222	420	30	—	2	2
латунь желтая	685	5 527	2 314	3 179	5 494	718	5	27	32
бронза	207	768	262	469	732	244	21	36	57
низкосортный металлолом и отходы	511	399	258	232	490	421	—	—	—

нейзильбер	3	22	18	4	22	3	—	—	—
железнодорожные вагоны	346	8 978	—	8 083	8 083	1 242	—	384	384
Всего	2 932	29 805	4 787	23 495	28 286	4 454	108	965	1 074
Общая масса олова, полученного из лома с медной основой	—	—	—	—	—	—	1477	7 313	8 790
<i>Лом со свинцовой основой</i>									
Плавильные, рафинировочные и другие заводы:									
баббит	457	10 441	—	10 582	10 582	317	—	513	513
свинцовые анодные батареи	33 749*	447 057	—	441 590	441 590	39 216	—	470	470
дросс и остатки	24 405*	127 073	130 068	—	130 068	21 410	2728	1 614	2 728
припой и покрытый оловом свинец	363	10 311	—	10 400	10 400	274	—	1 614	1 614
гарт	1 440	23 554	130 068	23 416	23 416	1 578	—	• 1 112	1 112
Всего	60 414*	618 436	130 068	485 988	616 056	62 796	2728	3 709	6 437
<i>Лом с оловянной основой</i>									
Плавильные, рафинировочные и другие заводы:									

Продолжение табл. 10.120

Вид металлического лома и классификация потребителей	Общая масса металлического лома					Вторичное олово			
	запасы на 1 января	поступ- ление	потребление			запасы на 31 де- кабря	из свежего скрапа	из старого скрапа	всего
			новый	старый	всего				
баббит	21	320	257	308	316	25	6	257	263
трубные прокладки	9	162	—	158	158	13	—	156	156
дросс и остатки	529*	3 634	3 729	—	3 729	435	1841	—	1 841
посуда из олова	1	22	—	22	22	1	—	19	19
Всего	566*	4 138	3 737	488	4 225	474	1847	432	2 279
<i>Отходы белой жести: предприя- тия по удалению полуды</i>	—	—	754 135	—	754 135	—	2909	—	2 909
Общая сумма	—	—	—	—	—	—	8961	11 456	20 418

* Уточненные данные.

** Запасы латунных заводов включают домашний утиль; потребление закупленного металлического лома приравнивается к поступлениям, поэтому сведения по отдельным графам и общая сумма по данному разделу не совпадают.

*** Отходы механических мастерских не учтены.

Таблица 10.121. Титан, т [4]

Год	Промышленная потребность США	Первичная потребность США	Потребность США в первичном металле	Общий импорт (чистая масса)	Промышленная и государственная разность запасов	Объем добычи	
						в США	в остальных странах
1951	212	212	—	41	+15	156	156
1952	201	201	1	49	—2	154	169
1953	233	233	1	79	+4	149	216
1954	242	242	3	83	+1	158	248
1955	287	287	4	100	+16	170	297
1956	342	342	12	134	+8	200	410
1957	311	311	9	174	—83	220	464
1958	265	265	4	115	—13	163	408
1959	329	329	5	116	+28	185	463
1960	308	308	7	97	—22	232	506
1961	321	321	8	79	+14	228	662
1962	319	319	9	75	+11	235	619
1963	351	351	10	108	—21	264	655
1964	402	402	13	129	—15	288	757
1965	404	404	14	153	—25	277	814
1966	421	421	20	158	—12	275	887
1967	411	411	23	164	—21	268	956
1968	442	442	16	168	—3	278	1023
1969	487	487	24	166	+46	275	1166
1970	446	446	22	225	—30	251	1363
2000	1902	1780	—	—	—	524	—

Таблица 10.122. Основные статистические данные о титане [4]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>США</i>					
Ильменитовый концентрат:					
производство, т	802 997	873 707	812 661	838 077	649 330
стоимость, тыс. долл.	18 519	19 484	18 636	18 626	15 403
импорт, т	155 232	162 120	100 876	210 318	168 912
потребление, т	836 477	873 198	913 186	882 505	815 941
Титановый шлак (потребление), т	111 863	129 373	126 083	117 615	133 944
Рутиловый концентрат *:					
импорт, т	152 061	158 673	186 227	221 211	197 749
потребление, т	139 646	145 848	168 743	171 085	207 395
Губчатый металл:					
импорт для потребления, т	6 501	3 133	5 762	5 954	2 751
потребление, т	18 256	12 956	18 313	14 937	11 052
стоимость на 31 декабря, долл/кг	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93
<i>Мировое производство</i>					
Ильменитовый концентрат, т	2 763 230	2 932 245	3 226 466	3 599 699	3 386 025
Рутиловый концентрат, т	282 784	302 841	397 505	418 515	379 003

* Данные о горной выработке не приведены, чтобы не раскрывать секретных сведений отдельных компаний.

Таблица 10.123. Сведения о металлическом титане, т [44]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Губчатый металл:					
импорт для потребления	6 501	3 133	5 762	5 954	2 751
промышленные запасы	2 639	2 366	1 737	2 290*	2 479
государственные запасы	18 847	18 847	18 550	18 194	18 194

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
потребление	18 256	12 956	18 313	14 937	11 052
Потребление металлического лома	5 298	4 278	6 885	6 590	5 596
Слитки (в том числе сплавы):					
производство	23 624	17 503	25 926	22 141	16 732
потребление	23 101	16 674	24 645	21 555	15 523
Количество отгруженной измельченной продукции **	12 407	10 829	14 505	13 177	10 229

* Уточненные данные.

** Вычисляется путем вычитания от общей массы промышленной продукции массы каждого вида измельченного материала.

Таблица 10.124. Вторичное использование текстиля [1968 г.] * [5]

Вид ткани	Масса, тыс. т
<i>Проданные ткани</i>	
Обтирочная ветошь — преимущественно хлопок	146
Текстиль на основе хлопчатобумажных волокон, некоторая часть синтетических и шерстяных материалов — бумажные и картонные фабрики	225
Все виды волокон — экспорт	182
Шерсть и синтетика — предприятия вторичной переработки	21
Всего	574
<i>Приобретенные ткани</i>	
Обрезки и другие новые отходы	160
Смешанная ветошь из предприятий общественного обслуживания **	482—978
Всего	642—1138

* По расчетам Мидуэст Ресерч Инститют.

** Данные о количестве смешанной ветоши, поступившей из предприятий общественного обслуживания, отражают различные уровни содержания хлопка и выводятся из объема продажи смешанной обтирочной ветоши.

Таблица 10.125. Потребление волокон в США для внутренних нужд
(1960—1968 гг.) * [5]

Год	Общая масса, тыс. т	Хлопок		Шерсть		Искусственные волокна		Другие волокна **	
		масса, тыс. т	% от массы	масса, тыс. т	% от массы	масса, тыс. т	% от массы	масса, тыс. т	% от массы
1960	3895	1965	50,45	283	7,27	950	24,39	697	17,89
1961	3974	1951	49,09	281	7,07	1041	26,2	701	17,64
1962	4352	2015	46,3	282	6,48	1200	27,57	855	19,65
1963	4560	2012	44,12	290	6,36	1376	30,18	882	19,34
1964	4738	2092	44,16	256	5,4	1557	21,86	833	17,58
1965	5088	2144	42,14	270	5,3	1773	34,85	901	17,71
1966	5234	2161	41,29	260	4,97	1951	37,27	862	16,47
1967	5182	2068	39,91	233	4,5	2100	40,52	781	15,07
1968	5672	1994	35,16	239	4,21	2598	45,8	841	14,83

* Исключены данные для волокон, произведенных на экспорт, и по импорту готовой одежды.

** Включая импорт шелковых, льняных, джутовых, лубяных и других волокон.

Таблица 10.126. Вольфрам, т [4]

Год	Горная добыча в США	Импорт	Экспорт	Потребность в первичном сырье ¹	Потребность во вторичном сырье	Промышленная потребность
1951	2688	1 655	.....	5 134	.....	5 134
1952	3260	7 837	5	3 885	.....	3 885
1953	4108	12 627	6	3 480	.....	3 480
1954	5864	10 885	18	1 817	.....	1 817
1955	7028	9 315	16	4 035	.....	4 035
1956	6312	9 387	54	4 077	.....	4 077
1957	2364	6 308	76	3 845	.....	3 845
1958	1622	2 944	10	2 394	.....	2 394
1959	1563	2 446	0,5	4 426	.....	4 426
1960	3001	2 330	294	5 132	90	5 222
1961	3685	1 235	96	4 873	135	5 008
1962	3726	1 669	18	6 048	112	6 161
1963	2423	1 747	23	4 810	169	4 977
1964	3959	1 232	36	5 360	180	5 540
1965	3405	1 573	5	6 070	171	6 241
1966	3225	1 891	45	7 935	191	8 126
1967	3226	902	438	6 034	202	6 237
1968	3373	821	280	5 674	225	5 899
1969	3107	690	3218	7 000	225	7 225
1970	3647	578	8762	7 290	225	7 515
2000	1017	32 283	.....	33 300	1080	34 380

¹ В соответствии с государственными закупками и продажей, а также с изменениями в промышленных запасах.

Таблица 10.127. Основные статистические данные о вольфраме, т [45]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>США</i>					
Концентрат:					
производство	3 809*	3 898*	3 512	4 331	3 105
отгрузка	3 529	4 069	3 560	4 190	3 072
стоимость, тыс. долл.	14,574	20,293	18,770	23,79	20,184
потребление	6 237	4 967	5 874	7 515	5 230
поступления из государственных запасов	2 877	1 451	17 241	6 780*	621
экспорт **	438	280	3 218	8 762	903
импорт общий	902	821	690	584	260
импорт для потребления	764	784	676	578	188
запасы на 31 декабря:					
производство	453	282	234	354	388
потребление	510	258	480	660	1 196
Первичные продукты:					
производство	5 672	4 742	6 000	7 922	5 278
потребление	6 148	5 899	7 225	6 908	5 022

запасы на 31 декабря:					
производство	2 326	2 136	1 526	2 056	1 675
потребление	1 133	1 064	800	1 214	1 143
<i>Во всем мире</i>					
Руда и концентрат:					
производство	28 226	30 771	32 289	33 999	36 328
потребление	28 183	28 984	34 492	37 608	29 636

* Уточненные данные.

** Приблизительное содержание вольфрама.

Таблица 10.128. Ванадий, т [4]

Год	Добыча	Импорт	Экспорт	Промышленная потребность *
1951	2 027	474	28	1 883
1952	1 969	480	122	1 734
1953	2 280	330	41	1 836
1954	2 867	180	51	968
1955	3 339	85	887	1 720
1956	3 583 . . .	. . . . .	908	2 011
1957	3 287 . . .	. . . . .	516	1 811
1958	2 540 . . .	. . . . .	609	1 274
1959	3 724	10	1 198	1 899
1960	5 000	9	3 432	2 023
1961	5 293 . . .	. . . . .	1 948	2 322
1962	4 322 . . .	. . . . .	1 021	3 352
1963	3 546	219	571	3 034
1964	4 594	223	1 167	4 293
1965	5 606	24	944	6 559
1966	5 911	69	1 026	5 930
1967	5 388	44	877	5 540
1968	5 596	555	548	5 256
1969	5 374	2 267	528	7 257
1970	5 091	1 842	1 866	6 430
2000	11 830	16 380	0	28 210

* В соответствии с государственными закупками и продажей, а также с изменениями в промышленных запасах.

Таблица 10.129. Основные статистические данные о ванадии, т [46]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
<i>США</i>					
Добыча руды и концентрата:					
ванадий, поддающийся извлечению *	4 516	5 900	5 075	4 840	4 779
стоимость, тыс. долл.	21 331	23 143	26 334	34 923	37 690
извлеченная пятиокись ванадия	5 388	5 596	5 374	5 091	4 817
Потребление					
Экспорт:					
феррованадий и другие легированные ванадиевые материалы (масса по валу)	4 773	5 000	5 600	4 672	4 370
ванадиевые руды, концентраты, окислы и ванадаты	319	253	586	1 961	615
Импорт (общий):					
феррованадий (масса по валу)	717	421	235	885	237
руды и концентраты	13	570	408	19	81
руды и концентраты	38	28	—	—	—
<i>Мировая добыча</i>	9 342	12 131	16 909	18 932	19 014

* Измеряется поступлениями на предприятия урановых и ванадиевых руд и концентратов, а также ванадия, извлеченного из феррофосфата, добытого из фосфатных горных пород внутри страны.

Таблица 10.130. Соотношение «отходы — товарная продукция» для западных и восточных лесопильных предприятий

Вид отходов	Отходы: товарная продукция			
	Объем, %		кг/м ³	
	Восток	Запад	Восток	Запад
Древесная кора	20	12,2	1040	418
Опилки	18	18	901	444
Горбыль или щепы	20	16,2	1032	554
Стружка	8,5	6,2	330	165
Фабричные обрезки	0	3,1	0	80
Общие отходы	66,5	50,7	3278	1662
Исходный объем	100	100	5076	34,26

Опилки и стружка могут быть использованы как топливо (табл. 10.132), а также для производства волокон, как видно из данных табл. 10.133, в которой не показано использование щепы и опилок для производства прессованных древесностружечных плит, широко применяемых для отделочных работ благодаря стандартным размерам и фактуре.

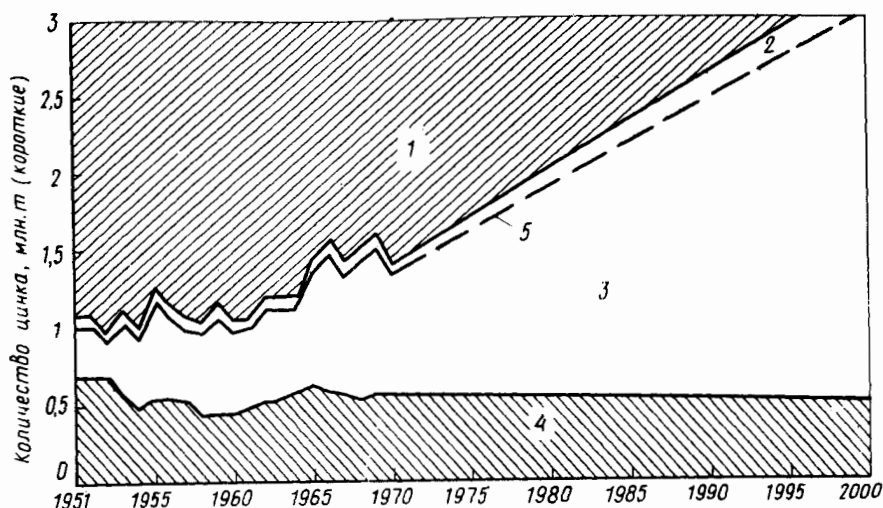


Рис. 10.36. Обеспечение потребности США в цинке [4]

1 — промышленная потребность; 2 — импорт старого скрапа; 3 — импорт цинка; 4 — добыча цинка; 5 — потребность в первичном сырье

Опилки и стружка могут быть подвергнуты сухой перегонке для получения масел, пиролизу для производства древесного угля или могут обрабатываться с целью получения красителей (см. табл. 10.134).

Цинк. В ближайшие два или три десятилетия будет ощущаться недостаток цинка, но существуют реальные возможности увеличения его воспроизводства в связи с совершенствованием технологических процессов обогащения. На рис. 10.36 показаны общий объем производства цинка и прогноз потребностей в нем в США; другие статистические данные представлены в табл. 10.135 и 10.136. Данные о вторичном цинке (металлические отходы) и его утилизации приведены в табл. 10.137—10.142. Технологическая схема процесса вторичной обработки цинка показана на рис. 10.37.

Цирконий. Все доступные опубликованные данные представлены в табл. 10.143; сведения о переработке отходов отсутствуют.

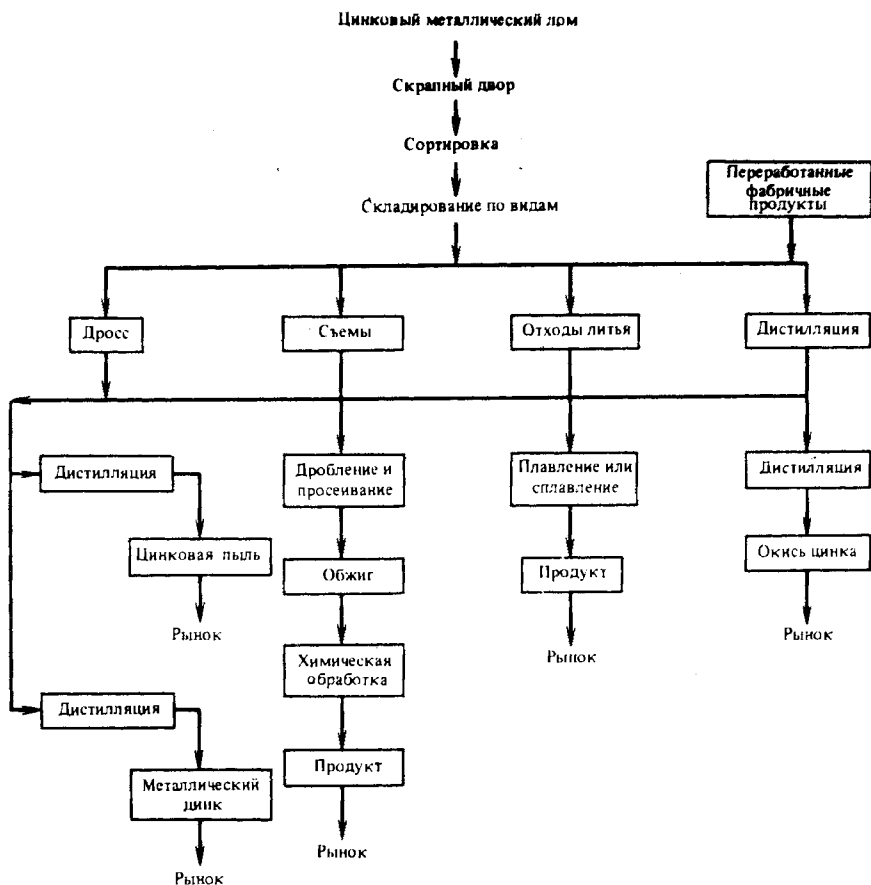


Рис. 10.37. Вторичная переработка цинка [37]

Таблица 10.131. Области применения опилок и стружки с учетом их физических свойств [48]

Область применения	Опилки	Стружки	Виды древесины	Условия применения	Потребители или покупатели	Размещение рынков	Грузовые перевозки	Ежегодное потребление	Примечание
<p>На основе абсорбирующих свойств</p> <p>Подстилка</p> <p>Конюшни и коровники</p>	Сырые, сухие		Веймутова сосна, американская липа, желтая сосна, другие хвойные и твердые породы древесины	Предпочтительны мягкие, абсорбирующие, несмолистые породы. Нежелательны породы, содержащие танин	В основном фермеры	По всей стране	Примерно 80 км	Значительное	Потребление расширяется благодаря вторичному использованию в качестве жидкого удобрения
Лабораторные клетки с животными	Сухие		Южная сосна, пихта, береза, клен	Мелкие стружки; см. предыдущую позицию	Гигиенические и клинические лаборатории, торговые агенты	То же	По всей стране	Незначительное	Иногда требуется стерилизация. Частицы, проходящие через сито размером менее 20 меш, приводят к смертности новорожденных крысят

Соба́чи конуры	Сухие	Восточный красный кедр	Сухие стружки	Торговые агенты			Незначительное	
<i>Покрyтия полов</i>	Главным образом сухие опилки. Допустимо использование некоторого количества стружки	Смесь твердых и мягких пород древесины, используемой на упаковочных фабриках и других деревообрабатывающих предприятиях	Предпочтительны сухие, несмолистые, легковесные породы древесины	Торговые агенты или непосредственно производители	Во многих городских центрах	Местные	Довольно значительное	Возможно, единственной областью применения отходов мелких предприятий в виде сухих опилок является использование их в качестве абсорбентов. В некоторых случаях можно применять сырые опилки
Промышленные предприятия Рыбные базары Гаражи Кухни в отелях Механические мастерские Мясные рынки Упаковочные фабрики Кожевенные заводы Таверны Овощные базары Товарные склады								
<i>Средство для уничтожения саранчи</i>	Сырые, сухие	Желтая сона, тополь	Выдержанная в течение 2 лет, подвергнутая атмосферным влияниям	Федеральные или местные власти	Северные равнинные штаты	800 км и менее	Незначительное	Отравлено мышьяком. Применяется только в бедственные годы

Область применения	Опилки	Стружки	Виды древесины	Условия применения	Потребители или покупатели	Размещение рынков	Грузовые перевозки	Ежегодное потребление	Примечание
Кожевенные работы	Сухие		Веймутова сосна или другие легкие, светлые, немаркие породы древесины	сосна или сухой тополь Мягкие, чистые, немаркие породы	Кожевенные заводы		Местные		
Мульча или мелиорант	Сырые, сухие		Смесь, допустимо наличие коры	Предпочтительна древесина с низким содержанием экстрактивных веществ	Фермеры и садовники, благоустроители участков, архитектурные фирмы	Сельскохозяйственные районы, муниципалитеты, применяющие дернование	Местные	Умеренное	Должно вноситься в комбинации с другими веществами или использоваться как удобрение; эффект усиливается при компостировании
Сигнальные ракеты и пиротехника	Сухие			Просеянные, очищенные для пропитки химикатами			Местные	Незначительное	
Борьба с грязью	Сырые, сухие		Смесь хвойных и твердых пород		Строительные компании	По всей стране	»	»	

На основе абразивных свойств

Мыло

Сухие

Предпочтительна за-болонь

Просеянные через сита размером до 36 меш частицы

Производители специализированных товаров, кра-сильные ма-стерские, га-ражи, меха-нические мастерские, заводы

То же

»

»

Абсорбирующие качества по-могают так-же удалять глубоко въевшуюся в руки грязь

Подметание полов

Служебные и общест-венные по-мещения

Сухие

Твердые и хвойные породы

Сухое сырье просеивает-ся до 16—20 меш и мельче. Предпочти-тельны свет-лые легко-весные по-роды дре-весины

Различные компании по снабже-нию нефтя-ных, химиче-ских пред-приятий и предприя-тий техниче-ского обслу-живания для использова-ния в шко-лах, универ-магах, в слу-жебных по-мещениях и т. д.

Во многих городских центрах

Примерно до 480 км

Умеренное

Рассматри-ваются воз-можности применения сырых опи-лок

Область применения	Опилки	Стружки	Виды древесины	Условия применения	Потребители или покупатели	Размещение рынков	Грузовые перевозки	Ежегодное потребление	Примечание
Домашнее хозяйство	Сырые		Любые виды	См. предыдущую позицию	Домовладельцы	По всей стране	Местные	Незначительное	Применяется как средство, предотвращающее образование пыли при подметании полов в подвальных помещениях для таяния льда и др.
Чистка меховых изделий	Сухие		Искусственно высушенный сахарный клен, некоторые породы березы, некоторые виды хвойных пород	Кленовые частицы: 40 меш для чистки, 16—36 меш для отделки и окраски	Меховые торговые предприятия, сосредоточенные в Нью-Йорке; многочисленные службы чистки	Отделка и окраска преимущественно в Нью-Йорке; чистка во всех городах	Примерно от 1600 до 3200 км	Умеренное	Сырье по большей части поступает от предприятий по изготовлению кленовых полов
Отделка металлов									
Очистка Сушка Шлифовальные (после травления гальваниче-	Сухие		Для очистки, сушки и полирования изделий с гальваническим покрытием	Плакировочные опилки черного клена (16 меш и	Торговые агенты	Индустриальные центры	Обычно поставляются из местных предприятий	Умеренное	Используются главным образом в галтовочных барабанах

ского покрытия, обработки на токарном станке, механической обработки и т. д.)

Ощипывание
птицы

Синтетиче-
ские абра-
зивные
материалы

Карбсрунд

Сырые

тием предпочтительнее искусственно высушенный сахарный клен. Для других видов очистки и сушки желательны светлые хвойные породы древесины. Недопустимо применение пород с высоким содержанием танина, смолы или кислот

Легкие породы древесины

мельче); порошок ветровой сосны (8 меш и мельче). Обычно просеивается для удаления щепок и получения одинаковых по размеру частиц

Просеянные, очищенные породы

Производители абразивных материалов

Восточные центры, Нью-Йорк, Новая Англия, район Ниагары

Незначительное

Применяются достаточно редко

Область применения	Опилки	Стружки	Виды древесины	Условия применения	Потребители или покупатели	Размещение рынков	Грузовые перевозки	Ежегодное потребление	Примечание
Как сыпучий материал и наполнитель									
Цирковые арены и манежи для верховой езды	Сырые, сухие	Сухие	Смешанные		Торговые агенты и манежи верховой езды	Города, где имеются цирки	Местные	Умеренное	
Глиняные изделия — специальный пористый кирпич и черепица	То же		Любые породы	Обычно просеиваются для получения одинаковых по размеру частиц	Производители специализированных товаров			Сравнительно небольшое	Для уменьшения плотности и массы
Настилы для полов	Сухие	»	Твердые или смешанные породы	Разнообразные, обычно хвойные породы, не маркие, не кислые, содержащие от 4 до 50% наполнителей. Основание из необработанной древесины хвойных пород. Верхний слой из	Ограниченное число коммерческих экспериментальных предприятий			Незначительное	Используются с различными цементами для получения изоляционных материалов

Формованные нестандартные детали	»	»	Легкие твердые и хвойные породы	дысококачественных твердых пород. Обычно просеиваются Сухое, измельченное до нужных размеров и очищенное сырье	Производители обычных и нестандартных деталей мебели		Примерно 160 км	Умеренное	Декоративные украшения, нестандартные шкатулки, орнамент для мебели и т. д.
Упаковочный материал Стекло Фарфор Консервированные продукты Металлические изделия	Сухие	Сухие	Различные породы, предпочтительно низкой плотности	При упаковке металлических изделий требуются породы, не содержащие танин и кислоты. Предпочтительны светлые, легкие, хвойные, хорошо абсорбирующие породы. Все сырье сухое и чистое	Поставщики жидких продуктов, стекла, фарфора и других хрупких товаров	Широко распространены	Местные	Умеренное	Для предохранения поверхности зеркального стекла от царапин применяют древесную муку
Строительный камень	»	»	Веймутова сосна, американская липа, желтая сосна	Светлое, легкое, немаркое сырье	Поставщики строительного камня	Индиана, Нью-Йорк и другие районы, где ведутся раз-		Незначительное	Между обработанными камнями заклады-

Область применения	Опилки	Стружки	Виды древесины	Условия применения	Потребители или покупатели	Размещение рынков	Грузовые перевозки	Ежегодное потребление	Примечание
Виноград, фрукты	»		Ель, дугласова пихта, белая пихта	Сырье в виде кубиков, высушенное на воздухе, чистое и просеянное	Калифорнийские виноградары	работки карьеров Центральная и Южная Калифорния		Несколько тысяч тонн	ваются на грузовые платформы Деревянные кубики часто производятся специально
Саженцы		»	Кедр, веймутова сосна, желтая сосна, американская липа	Хвойные, абсорбирующие породы; в основном стружки и гонтовые очесы	Питомники	По всей стране			При транспортировке укладываются у корней саженцев деревьев и кустарников
Штукатурные плиты	Сухие		Веймутова сосна, желтая сосна и другие светлые легкие породы древесины	Сырье средних размеров указанных пород, немаркое и неокислосое	Определенные предприятия, изготавливающие штукатурные плиты			Несколько тысяч тонн	Обычная смесь — 4—5% от массы. Могут заменять пеноматериалы
Бетон цементный с опилками Литые блоки и панели	Сырые, сухие		Допустимые виды точно не установлены. Хорошо зарекомендовали себя такие	Крупные, необработанные твердые частицы пород, не содержащих	Строительные подрядчики				Только для внутреннего использования. Включают определенные запатенто-

Древесная мука
Специальный вид для производства пористой керамики

Обычный вид

Сырые

Сухие

породы, как ель, смолистая сосна, осина. Допустимо выщелоченное сырье других пород древесины. Не следует применять американский тополь, дуб, березу, клен, дугласову пихту, западный красный кедр

Ложная сосна

Веймутова сосна, дугласова пихта, клен, осина, береза, гемлок

вредных экстрактивных веществ

Некоторые производители огнеупорного кирпича и керамики

Сухое сырье (содержание влаги 9% и ниже); предпочтительны хвойные породы, размер любой. Ложная сосна с низ-

специализированные предприятия, занимающиеся переработкой отходов строгальных, упаковочных фаб-

Несколько районов

Различные восточные, среднезападные и западные районы

Примерно до 800 км

Сравнительно небольшое

Примерно 80 000 т

ванные рецепты и специальные торговые названия

Постепенно возрастает объем использования в производстве пластмасс, снижается потребление для изго-

Область применения	Опилки	Стружки	Виды древесины	Условия применения	Потребители или покупатели	Размещение рынков	Грузовые перевозки	Ежегодное потребление	Примечание
				ким содержанием смолы	рик, лесопильных заводов				товления линолеума
Как изоляционный материал Предохранение бетона	Сырые	Сухие	Смешанные	Немаркие породы	Строительные подрядчики	Юг	—	Небольшое	Покрытие предохраняет бетон от чрезмерно быстрого высыхания; в настоящее время для этого чаще применяют химические добавки
Теплоизоляция	Сухие	»	Любые	Любые сухие опилки и стружка; предпочтительны легкие и светлые чистые породы	Строители	—	—	Умеренное	В настоящее время объем использования снижается. Заменяют пенопласты, минеральные волокна и стекловолокна

Как гранулированный материал
Украшение витрин

Придание текстуры обоям, красителям

Сухие

Сухие

Обычно изготавливаются специально светлые

Любые

Годные к окраске различными красителями

Просеянные

Городские универмаги

Производители специальной бумаги и красителей

Незначительное, нерегулярное

Незначительное

Таблица 10.132. Использование опилок и стружки как топлива [48]

Области применения	Опилки	Стружки	Виды древесины	Условия применения	Потребители или покупатели	Размещение рынков	Грузовые перевозки	Ежегодное потребление	Примечание
Брикеты	Сухие		Твердые и хвойные породы древесины	Предпочтительно сырье с низким содержанием влаги (9% и ниже)	Специальные предприятия, выпускающие несколько тонн брикетов ежедневно	Районы крупных центров, главным образом побережье	Местные	200 000 т	Возможно расширение рынка сбыта продуктов, произведенных из сырых отходов
Промышленное топливо — промышленные и коммунальные предприятия	Сырые, сухие		Все виды	Любой размер и степень содержания влаги	Вновь созданные и недалеко расположенные предприятия	По всей стране, кроме северо-запада	»	Значительное	Обычно применяются в голландских печах или специальных механических топках
Обжиг извести		Сухие	Предпочтительные любые породы сосны	Сухие стружки	Заводы по производству извести, расположенные вблизи источника получения стружки	Локальное			Неупакованная стружка доставляется на грузовиках

Таблица 10.133. Использование опилок, стружки и древесной щепы для производства волокон [48]

Области применения	Содержание, %		Виды древесины	Условия применения	Потребители или покупатели	Годовое потребление (1968)	Примечания
	опилок	стружки					
Прокладочная и упаковочная масса	70—90	30—10	Мягкие и твердые породы древесины; основные виды мягких пород: пихта и сосна	Просеянные, одинаковые по размеру частицы	Фабрики по производству крафт-целлюлозы	1 534 300 т	В основном, отходы в виде щепы. Производство быстро расширяется
Бумажная масса	70—90	30—10	Мягкие породы, в основном западная пихта, и смешанные	То же	То же	660 000 т	
Древесная масса	70—90	30—10	Мягкие смешанные породы	»	Фабрики по производству газетной и книжной бумаги	35 000 т	Производство расширяется
Строительная листовая фибра	70—90	30—10	Западные мягкие смешанные породы	Просеянные частицы	В настоящее время 5 потребителей	6 000 т	В промышленном масштабе применяется еще недостаточно

Таблица 10.134. Использование опилок и стружки как химического сырья [48]

Использование для перегонки	Виды древесины	Потребители или покупатели	Размещение рынков	Ежегодное потребление	Примечания
Кедровое масло	Восточный красный кедр	Несколько фабрик в южных штатах	Большинство предприятий расположено в Теннесси		Используется только свежее сырье
Древесный уголь	Хвойные и твердые породы древесины, кора	Несколько фабрик		Более 100 000 т/год	Производство расширяется

Примечания: 1. Применяются сырые и сухие опилки и стружки.
2. Используется сердцевина древесины.

Таблица 10.135. Цинк, тыс. т [4]

Год	Промыш- ленная потреб- ность США	Металли- ческий лом	Потреб- ность США в первич- ном сырье	Общий импорт*	Промыш- ленная и государ- ственная разность в запасах	Объем горной добычи	
						в США	в осталь- ных странах
1951	972	44	927	318	-10	618	1800
1952	875	50	825	458	-238	606	2069
1953	1005	48	956	661	-202	498	2225
1954	894	62	833	533	-131	430	2236
1955	1126	60	1066	598	0	469	2443
1956	1025	67	957	694	-230	493	2628
1957	956	70	886	715	-313	484	2574
1958	926	64	863	603	-116	375	2692
1959	1026	67	958	598	-26	387	2744
1960	932	62	870	467	+7	396	2953
1961	943	54	889	456	+11	422	3077
1962	1064	56	1007	531	+17	460	3117
1963	1061	57	1004	450	+73	481	3191
1964	1072	62	1010	413	+74	523	3517
1965	1301	75	1227	531	+139	556	3758
1966	1413	78	1335	735	+78	521	3993
1967	1276	73	1203	682	+22	500	4340
1968	1357	73	1284	752	+50	481	4523
1969	1440	75	1365	846	+15	503	4799
1970	1250	66	1185	732	-33	486	5030
2000	2912	182	2730	.....	.....	442	.....

* Включая металл, руду и соединения.

Таблица 10.136. Основные статистические данные о цинке, т [49]

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
США					
Производство:					
руды, пригодные для переработки:					
содержание, т	499 966	481 796	503 343	486 064	457 314
стоимость, тыс. долл.	151 562	142 950	161 512	163 650	161 819
Цинковые слябы:					
из руд США	399 083	454 537	417 466	367 597	367 412
из зарубежных руд	455 252	474 474	528 477	431 211	330 042
из металлолома	66 890	72 677	64 203	70 212	73 640
Всего	921 225	1 001 688	1 011 146	869 020	771 094
вторичный цинк *	225 001	251 244	280 020	240 307	254 352
Экспорт цинковых слябов	15 296	30 040	8461	262	12 145

	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Импорт (общий):					
руды (содержание цинка)	486 024	494 463	547 929	478 441	311 694
цинковые слябы	202 122	277 164	295 546	246 076	290 807
Запасы на 31 декабря:					
производство	74 544	59 495	59 867	89 466	37 569
потребление	93 307	92 654	92 908	84 333*	94 906
Потребление:					
цинковые слябы	1 138 112	1 229 097	1 260 696	1 080 125	1 141 194
все виды	1 461 334	1 588 275	1 650 892	1 430 152	1 502 032
Цена, центы/кг	30,78	30	32,56	34,04	35,84
<i>Мировая статистика</i>					
Производство:					
горная добыча	4 850 664	4 990 021	5 358 351	5 467 415	5 530 963
плавильные заводы	4 138 456	4 641 867	4 989 065	4 894 622	4 625 261
Цена, центы/кг	27,49	26,42	28,8 *	29,69	31,29

* Уточненные данные.

** Включая редистиллированный листовой цинк.

Таблица 10.137. Производство первичных и редистиллированных вторичных цинковых слябов в США, т [49]

Слябы	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Первичные:					
из руд США	399 083	454 537	417 466	367 597	367 412
из зарубежных руд	455 252	474 474	529 477	431 211	330 042
Итого	854 335	929 011	946 943	798 808	697 454
Редистиллированные вторичные	66 890	72 677	64 203	70 212	73 640
Всего (кроме цинка, полученного после переплавки)	921 225	1 001 688	1 011 146	869 020	771 094

Таблица 10.138. Первичный и вторичный дистиллированный и электролитический цинк, т [49]

Метод восстановления	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Электролитический первичный	337 853	362 421	412 720	357 885	292 580
Дистиллированный	516 482	566 590	534 233	440 923	404 874
Редистиллированный вторичный:					
на первичных плавильных заводах	53 090	61 062	55 152	59 856	62 437
на вторичных плавильных заводах	13 799	11 615	9051	10 356	11 203
Всего	921 225	1 001 688	1 011 146	869 020	711 094

Таблица 10.139. Запасы и потребление нового и старого цинкового металлического лома в США (1970 г.), т [49]

Потребители и вид металлолома	Запасы на январь*	Поступление	Потребление металлолома			Запасы на 31 декабря
			нового	старого	всего	
<i>Плавильные и дисцилляционные предприятия</i>						
Обрезки, образующиеся в процессе производства	39	426	382	—	382	83
Старый цинк	672	7 678	—	7 298	7 298	1 052
Гравировальные доски	261	2 510	—	2 492	2 492	279
Пена и зола	9 802	56 061	56 636	—	56 636	9 226
Солевой дросс	199	2 193	2 300	—	2 300	92
Отходы литья	1 970	5 580	5 629	—	5 629	1 921
Гальванические шламы	21 281	61 652	61 934	—	61 934	20 909
Отходы литья под давлением	964	38 006	—	37 008	37 008	3 692
Отходы штамповки	782	3 071	—	3 336	3 336	517
Пыль	2 208	4 448	5 017	—	5 017	1 640
Химические шламы	7 763	9 798	12 462	—	12 462	5 100
Всего	47 672	191 332	144 361	50 134	194 494	44 510
<i>Химические предприятия, литейные заводы и другие производители</i>						
Старый цинк	10	24	—	30	30	4
Пена и зола	3 068	8 281	9 299	—	9 299	2 050
Солевой дросс	7 264	3 276	5 132	—	5 132	5 407
Отходы литья под давлением	13	350	—	356	356	7

Потребители и вид металлолома	Запасы на январь*	Поступление	Потребление металлолома			Запасы на 31 декабря
			нового	старого	всего	
Отходы штамповки	6	41	—	44	44	4
Пыль	927	3 137	3 815	—	3 815	249
Химические шламы	3 227	29 412	29 641	—	29 641	2 998
Всего	14 515	44 521	47 888	430	48 317	10 719
<i>Все виды потребителей</i>						
Обрезки, образующиеся в процессе производства	39	426	382	—	382	83
Старый цинк	682	7 701	—	7 328	7 328	1 056
Гравировальные доски	261	2 510	—	2 492	2 492	279
Пена и зола	12 870	64 342	65 936	—	65 936	11 276
Солевой дросс	7 463	5 469	7 433	—	7 433	5 499
Отходы литья	1 970	5 580	5 629	—	5 629	1 921
Гальванические шламы	21 281	61 562	61 934	—	61 934	20 909
Отходы литья под давлением	2 706	38 356	—	37 364	37 364	3 699
Отходы штамповки	788	3 112	—	3 380	3 380	521
Пыль	3 136	7 585	8 832	—	8 832	1 889
Химические шламы	10 990	39 210	42 103	—	42 103	8 097
Всего	62 188	235 853	192 248	50 563	242 812	55 229

* Данные частично уточнены.

Таблица 10.140. Изготовление в США цинковых продуктов из металлолома с цинковой основой, т [49]

Продукт	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Редистиллированные цинковые слябы	66 889	72 677	64 203	70 212	73 640
Цинковый порошок	29 849	34 491	30 710	26 940	26 476
Переплавленный технический цинк	4 396	3 258	3 620	3 179	1 447
Переплавленные литые слябы	13 213	13 259	15 451	15 184	16 667
Штампованные и отлитые цинковые сплавы	3 532	3 756	4 005	4 241	3 017
Гальваническая продукция	1 538	1 917	1 682	693	576
Вторичный цинк в химических продуктах	34 843	41 545	41 218	37 008	39 404

Т а б л и ц а 10.141. Цинк, восстановленный в США из отходов, т [49]

Вид отходов	1970 г.	1971 г.	Выход вторичного сырья	1970 г.	1971 г.
Новый металличе- ский лом с осно- вой: цинковой медной алюминиевой магниевой			До металла: путем дистил- ляции: цинковые сля- бы ** цинковый по- рошок путем переплавки		
	179 992	128 177			
	120 264	123 033		68 662	72 576
	2 862	2 578		26 564	25 973
	192	202		3 831	1 935
Итого	243 310	253 990	Итого	99 057	100 484
Старый metallo- лом с основой: цинковой медной алюминиевой магниевой			Из сплавов с цинко- вой основой Из латуни и бронзы Из сплавов с алюми- ниевой основой Из сплавов с магни- евой основой Из химических про- дуктов: окись цинка серноокислый цинк хлористый цинк разные		
	37 542	40 838		17 930	22 119
	25 360	284 590		147 470*	156 475
	2 692	3 264		5 680	5 947
	65	247		397	570
Итого	65 659	72 839	Итого	209 912	226 345
Всего	308 969	326 829	Всего	308 969	326 829

* Уточненные данные.

** Включая содержание цинка редистиллированного сляба, изготовленного из переплавленного, отлитого в форму сляба.

Т а б л и ц а 10.142. Производство цинкового порошка [49]

Год	Масса, т	Стоимость	
		общая, тыс. долл.	средняя, долл/кг
1967	45 606	18 098	0,4
1968	55 851	22 041	0,39
1969	49 945	21 361	0,43
1970	46 389	20 045	0,43
1971	45 576	19 691	0,43

Таблица 10.143. Основные статистические данные по цирконию, т [50]

Продукт	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Цирконий:					
добыча	С	С	С	С	С
экспорт	2 483	1 844	4 909	3 945	8 580
импорт	53 966	54 509	86 827	86 827	87 712
потребление ¹	121 940	130 130 ⁴	145 600 ⁴	131 950 ⁴	151 060 ⁴
запасы в конце года, торговцы и потребители ²	43 680	41 860	48 230	47 320	38 675
Окись циркония:					
производство ³	3 517	3 516	5 189	4 511	9 801
запасы у производителей, конец года ³	1 153	980	914	955	619

¹ Приблизительные данные.

² Исключая литье.

³ Исключая окись, полученную производителями металлического циркония.

⁴ Включая бадделейт: 1968 г. — 200 т, 1969 г. — 383 т, 1970 г. — 355 т, 1971 г. — 871 т.

С — секретные сведения компаний.

10.5. Методы идентификации материалов

Металлы. Сведения, приведенные в табл. 10.144, представлены компанией «Франкел», Детройт, шт. Мичиган (Frankel Company, Inc.) и перепечатаны в соответствии со специальным разрешением.

Идентификация пластмасс. Сведения об идентификации пластмасс были опубликованы Маклареном (Лондон) в справочных изданиях «Материалс рекламешн уикли» и печатаются в соответствии со специальным разрешением.

По мере расширения использования пластических материалов, контейнеров и промышленных компонентов из пластмасс возрастает необходимость их утилизации, и хотя в настоящее время технология утилизации только разрабатывается, по-видимому, в будущем она превратится в обширную отрасль.

Среди проблем утилизации пластмасс, важное значение имеет определение характерных свойств данного материала. Визуальный метод идентификации пластмасс является непригодным. Если отсутствует оборудование для проведения сложного химического анализа, простейшими способами определения являются резание, погружение в воду или сжигание образца (независимо от того, изготовлено ли данное изделие из нейлона или полиэтилена).

Опыты по идентификации материалов могут быть наилучшим образом проведены методом исключения; полезны сравнения неизвестных материалов с образцами уже известных материалов, а также использование сведений об их возможном применении.

Чтобы отличить терморезистивную смолу от термопластичной, следует приложить к образцу раскаленный металлический прут или другой сходный инструмент. Если поверхность образца плавится, —

Таблица 10.144. Краткое справочное руководство по идентификации некоторых металлов

Металл или сплав	Количественный анализ	Магнитные испытания	Цвет, получающийся при действии азотной кислоты (50% раствор)	Испытания на искрообразование	Области применения
Никель ²	Ni 99% (мин.)	Сильно магнитный	Светло-зеленый	Крупные красные искры	Нержавеющие электронные гальванические покрытия
D-никель	94% Ni 4,5% Mn	То же	»	То же	Проволока для запальных свечей и электродов
Z-никель	94% Ni 4,5% Al	Слабо магнитный	»	»	Нержавеющие пружины
Монель-металл	67% Ni 30% Cu 1,4% Fe 1% Mn	То же	Зеленый	»	Нержавеющее оборудование
K-монель	64% Ni 30% Cu 1% Fe 1% Mn 4% Al	Немагнитный	»	»	То же
S-монель	63% Ni 30% Cu 2% Fe 4% Si	Слабо магнитный	»	»	Нержавеющие отливки
Мельхиор ³	30% Ni 70% Cu	Немагнитный	Голубовато-зеленый	»	Трубы котлов и оборудование для работы в соленой воде

Металл или сплав	Количественный анализ	Магнитные испытания	Цвет, получающийся при действии азотной кислоты (50% раствор)	Испытания на искробразование ¹	Области применения
Нейзильбер	8—18% Ni 47—57% Cu 25—30% Zn Остальное олово и свинец	»	»	Очень короткие, красные	Нержавеющее оборудование для обработки пищевых продуктов, заготовки для изготовления ключей и т. д.
Инконель, Инконель X и Инконель W Нимоник 75 и 80	73—77% Ni 14—20% Cr Остальное Fe	Немагнитный	—	Короткие темно-красные искры	В высокотемпературных условиях, в основном для изготовления деталей реактивных двигателей
Нихром	60% Ni 15% Cr Остальное Fe	От слабого до сильного	—	Мелкие оранжево-красные искры	Зажимные приспособления при термической обработке провода высокого сопротивления
Сплав 35—15 или нержавеющая сталь серии 330	35% Ni 15% Cr Остальное Fe	То же	—	Крупные оранжево-красные искры	Зажимные приспособления при термической обработке, эмалированные стойки и т. д.
Сплав 25—20 или нержавеющая сталь серии 310	20% Ni 25% Cr Остальное Fe	Немагнитный	—	Мелкие оранжево-красные искры, переходящие в белые	Зажимные приспособления при термической обработке и детали реактивных двигателей
Сплав 25—12 или нержавеющая сталь серии 309	12% Ni 25% Cr Остальное Fe	»	—	Крупные светло-оранжевые искры, переходящие в белые	То же

Сплав 18—8 или нержавеющая сталь серии 300	7—11% Ni 16—20% Cr Остальное Fe	Немагнитный	—	Светлые и рассеянные искры	Везде, где применяется нержавеющая сталь
Хромистая сталь или нержавеющая сталь серии 400	11—18% Cr Остальное Fe	Сильно магнитный	—	Очень светлые и рассеянные искры	Везде, где применяется нержавеющая сталь, главным образом для внутренней отделки автомобилей и изготовления ножевых инструментов
Мю-металл	75% Ni 6% Cu 2% Cr Остальное Fe	То же	Бледно-зеленый	Крупные красные искры	Детали электрооборудования
Железоникель (50%)	47—50% Ni Остальное Fe	»	—	Оранжево-красные искры, переходящие в белые	То же
Железоникель (30%)	30—35% Ni Остальное Fe	»	—	Желтые искры, переходящие в белые	Ми-металлические термостаты и поршневые кольца
Чистый кобальт ²	99% (мин.)	»	Красный	Крупные красные искры	Гальваническое покрытие
Литейный сплав инструментальной стали (стеллит и др.)	C, Cr, зветктика W	Немагнитный	—	Мелкие темно-красные искры	Режущие инструменты
Вольфрам ²	99% (мин.)	»	—	Короткие желто-белые искры	Сварочные электроды и детали электронного оборудования
Карбид вольфрама	Карбид вольфрама, Ni и Co в различных количествах	Слабо магнитный	—	То же	Рабочие концы режущих инструментов

Металл или сплав	Количественный анализ	Магнитные испытания	Цвет, получающийся при действии азотной кислоты (50% раствор)	Испытания на искробразование ¹	Области применения
Молибден ²	99% (мин.)	Немагнитный	Зеленовато-коричневый	»	Электронное оборудование
18-4-1 или инструментальная сталь T-1	18% W 4% Cr 1% V Остальное Fe	Сильно магнитный	—	Темно-красные огненные шары	Режущие инструменты
6-6-2 или инструментальная сталь M-2	6% W 6% Mo 4% Cr 2% V Остальное Fe	То же	—	Оранжевые вспышки, переходящие в белые	То же
Инструментальная сталь M-1	8% Mo 2% W 4% Cr Остальное Fe	Сильно магнитный	—	Желтые вспышки, переходящие в белые	Режущие инструменты
Титан ⁴	Различные пробы	Немагнитный	—	Ярко-белые	Детали летательных аппаратов

¹ Для получения хороших результатов в опытах на искру следует применять настольный шлифовальный станок с электродвигателем, вращающимся с частотой 3450 об/мин. Шлифовальный круг должен быть изготовлен из окиси алюминия диаметром 15 см и шириной 2,52 см. Важно, чтобы шлифовальный круг содержался в полной чистоте.

² Чистота должна быть установлена путем количественного анализа.

³ Мельхиор также встречается в сортах 20Ni+80Cu и 10Ni+90Cu.

⁴ Чистый и сплавы.

это термопластичная смола. Некоторые материалы, содержащие наполнители или имеющие стекловолоконистую основу, плавятся не сразу, поэтому обычно на следующем этапе опыта от образца острым ножом отрезают тонкую полоску материала. Если отрезается связанная полоска, а не крошащаяся стружка, то исходный материал — термопластичная смола. Некоторые хрупкие термопласты, такие, как акрил или полистирол, не будут отрезаться легко, не ломаясь на стружки, но в этом случае опыт по плавлению выявит их характер.

Если определяемый образец плавает на поверхности воды, в которую добавлены несколько капель моющего вещества для снижения поверхностного натяжения, то это скорее всего полиэтилен или полипропилен.

Полимерные материалы, содержащие хлор (такие, как ПВХ), можно распознать, если приложить раскаленную медную проволоку к поверхности образца и затем поднести ее к пламени. Зеленый цвет указывает на наличие хлора.

Возможно, наиболее эффективной в идентификации пластмасс является серия опытов, связанных со сжиганием образцов. Для этого твердый материал зажимают пинцетом или клещами, гранулированный или порошкообразный материал кладут в ложку или на лезвие ножа и подносят к верхней части пламени горелки. Изменения, происходящие с пластмассовыми образцами при горении, сравниваются или с данными, приведенными в табл. 10.145, или с результатами опытов на известных образцах.

Во внимание принимаются следующие характеристики: легкость воспламенения, характер плавления, продолжительность горения после прекращения воздействия огня, количество дыма или копоти, цвет основы образца и его верхней части, а также языков пламени и выделяемого дыма.

Дым и пары, выделяющиеся из материала, следует нюхать с осторожностью.

Опыты по растворению образцов также могут помочь идентифицировать материал, поскольку характеристики растворения полимерных материалов широко представлены, однако сами по себе подобные опыты, проведенные не на строгой научной базе, не могут являться единственным руководством.

Во многих случаях пластмассовые отходы содержат такие вещества, как пластификаторы, антиокислители и красители, добавляемые к пластмассам в ходе их обработки или производства исходного полимера. Такие добавки в большинстве случаев влияют на качество материала, но редко изменяют их основные характеристики, выявляемые в ходе предварительных опытов по идентификации.

Термопласты плавятся под воздействием огня. Характеристики незначительным образом изменяются в зависимости от содержащихся в материале добавок — пластификаторов и наполнителей. Большинство нейлонов, например, растягиваются, если расплавленный образец приложить к холодной поверхности и потянуть, но у

Таблица 10.145. Характеристика идентифицируемых пластмасс

Материал	Скорость	Пламя	Запах	Растворимость
Ацеталь	Медленная	Бледно-голубое	Как у формальдегида	Стойкий к обычным растворителям. Разрушается под воздействием спиртосодержащих агентов
Акрил	»	Желтое с голубым основанием	Сладкий, цветочный	Спирты, кетоны, ароматические углеводороды
АБС (сополимер акрилонитрилабу-тадиенастирола)	—	Желтое с примесью копоти	Запах цветов и резины	Легко разрушается под действием органических растворителей, таких как кетоны, ароматические и хлорированные углеводороды
Ацетилцеллюлоза	—	Желтое	Прогорклого масла	Разрушается под действием кислот, щелочей; растворяется кетонами и сложными эфирами
Найлон	—	Голубое пламя с желтым окончанием, затухающее	Горящих растений	Стойкий к большинству органических растворителей, но разрушается при воздействии концентрированных минеральных кислот
Поликарбонат	Медленная	Желтое, затухающее	Как у фенола	Разрушается под действием сильных кислот и щелочей. Размягчается или растворяется ароматическими или хлорированными углеводородами
Полистирол	Легко сгорает	Желтое, очень дымное	Сладкий, цветочный	Легко разрушается при воздействии растворителей, но довольно стоек к кислотам и щелочам
Полиэтилен	То же	Желтое с голубым основанием; плавится и капает	Как у восковой свечи	Растворяется в ароматических или хлорированных смесях при температуре 60°C и выше, стоек к кислотам и щелочам

Полипропилен	Медленная	Желтое с голубым основанием; при плавлении становится прозрачным	Как у восковой свечи, но не такой сильный, как у полиэтилена	Не растворяется при температуре ниже 80°C, не подвержен воздействию кислот и щелочей
ПВХ	Медленная, затухающая	Желтое	Кислый	Стоек к кислотам, щелочам и любым растворителям, кроме кетонов, сложных эфиров и ароматических углеводородов

Приведено в соответствии со специальным разрешением «Материалс рекламейшн уикли».

материалов со стекловолокнистыми добавками тот же эффект выражен гораздо слабее.

Капельный анализ сплавов алюминия. Испытания разработаны для использования в процессе обработки металлолома. В основе испытаний лежит ряд цветовых изменений при химических реакциях в каплях на поверхности образца сплава алюминиевого лома. Для проведения опытов необходимы следующие реагенты: каустическая 20% сода (NaOH), концентрированная азотная кислота (HNO_3), концентрированная соляная кислота (HCl), концентрированный раствор аммиака (NH_4OH), калийная соль железосинеродистой кислоты (2,5-, 3- и 5% [$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$], винная кислота (10%), смешанная кислота (1 ч HCl , 1 ч концентрированной HNO_3 , 1 ч воды), водный раствор кадмия (5% CdSO_4 , 5% HCl , 3% NaCl), диэтиланилин. Эти реагенты, приготавливаемые только на дистиллированной воде, следует разлить по 100-мл бутылкам.

Требуются следующие твердые реагенты (г): 1, 2, 5, 8-тетраоксисантрахион — 0,5, висмутат натрия — 1, кристаллическая винная кислота — 10, перекись натрия — 5. Раствор тетраоксисантрахиона быстро разлагается, и поэтому его необходимо заново приготавливать ежедневно путем добавления с помощью стеклянной палочки крупинок твердого красителя в небольшое количество 20% раствора каустической соды. Кристаллическая винная кислота предпочтительнее раствора.

Для проведения испытания требуются также лакмусовая бумага (красная и синяя), диметилглиоксимовая бумага, бумага, пропитанная ферроцианидом калия, фильтровальная бумага, пробирки в штативе (12 шт.), небольшие воронки для 60-мм фильтров (2 шт.), песочные часы (2 шт.), стеклянные палочки (2 шт.) и пипетки (2 шт.).

Испытания начинаются, как показано в табл. 10.145, а, с пробы каустической содой (опыт № 1). В зависимости от его результатов следует проводить или опыт № 2, или один из последующих. Так, если при воздействии каустической соды образуется черная точка, следует переходить к опыту № 2; если появляется белая точка, опыт № 2 и 4 пропускаются и переходят к испытаниям № 3 и 5.

Идентификация волокон во вторичном текстильном сырье¹. В настоящее время все труднее становится определять виды волокон, входящих в состав как новых, так и старых материалов. До применения искусственных волокон процесс идентификации был относительно прост, так как большая часть ветоши, пригодной для вторичной переработки, содержала только хлопчатобумажные, шерстяные или другие натуральные волокна. Поскольку перерабатывались лишь шерстяные волокна, тряпье с высоким содержанием хлопка отделялось и подвергалось сухой перегонке. Для производства низкосортной материи перегонка не практикуется, что снижает затраты.

¹ Приведенная статья Н. С. Джи, опубликованная в 1973 г. в справочных изданиях «Материалс рекламейшн уикли», печатается в соответствии со специальным разрешением.

Таблица 10.145а. Капельный анализ сплавов алюминия *

№ опыта	Описание опытов	Изменения, наблюдаемые во время опытов	Заключение
1	<p><i>Воздействие каустической соды</i> Очистить металлическую поверхность наждачной бумагой, капнуть 1—2 капли 20% раствора каустической соды. Через 5 мин промыть водой</p>	<p>Появляется черный или серовато-коричневый цвет</p> <hr/> <p>Белая точка</p> <hr/> <p>Нет реакции</p>	<p>Медь, никель, цинк или 2% кремния — чистые или в соединениях</p> <hr/> <p>Чистый алюминий или его сплав без тяжелых металлов</p> <hr/> <p>Чистый магний или его сплавы</p>
2	<p><i>Воздействие азотной кислоты</i> Добавляется, если в результате пробы № 1 цвет изменился на черный или коричневый. Высушить поверхность фильтровальной бумагой, добавить 1 каплю концентрированной HNO_3</p>	<p>Чернота мгновенно исчезает</p> <hr/> <p>Измененный цвет сохраняется или несколько тускнеет</p> <hr/> <p>Сильная коррозия поверхности</p>	<p>Медь, никель, цинк</p> <hr/> <p>Кремний</p> <hr/> <p>Магний или его сплавы</p>
3	<p><i>Воздействие серно-кислого кадмия</i> Очистить металлическую поверхность, добавить несколько капель раствора кадмия</p>	<p>Серовато-черный осадок частиц кадмия, являющихся анодами по отношению к кадмию</p> <hr/> <p>Слабая реакция со сплавами, подобными кадмию по э.д.с.</p> <hr/> <p>Нет реакции со сплавами, являющимися катодами по отношению к кадмию</p>	<p>Алюминий—магний, алюминий—цинк, алюминий—цинк—медь, алюминий—цинк—магний</p> <hr/> <p>Чистый алюминий, алюминий—магний—марганец, алюминий—магний—кремний, алюминий—магний</p> <hr/> <p>Алюминий—медь, алюминий—медь—магний, алюминий—медь—никель</p>

№ опыта	Описание опытов	Изменения, наблюдаемые во время опытов	Закключение
4	<p><i>Воздействие аммиака на медь</i> Поверхность, на которую воздействовала HNO_3 в опыте № 2, обрабатывается щелочью — добавляются 1—2 капли концентрированной NH_4OH (запах NH_3, лакмусовая бумага). Для лучшего эффекта следует поводить концом наклоненной стеклянной палочки по обрабатываемой поверхности</p>	<p>Синий цвет жидкости. При необходимости может быть подтверждено в опыте № 5</p>	Медь
5	<p><i>Воздействие ферроцианида калия</i> — эффективный способ определения меди. С помощью стеклянной палочки перенести каплю жидкости из опыта № 4 на бумагу, пропитанную ферроцианидом калия, и дать ей подсохнуть. Если появилась синяя точка, значит раствор был недостаточно щелочной и опыт следует повторить после добавления еще одной капли аммиака</p>	Розовая точка	Медь
6	<p><i>Определение марганца</i> Воздействовать NaOH, как в опыте № 1; водой не промывать. Добавить HNO_3 в количестве, достаточном, чтобы растворить большую часть первоначально образовавшегося осадка (подтвердить кислотную реакцию лакмусовой бумагой). Добавить несколько кристаллов висмутата натрия и размешать стеклянной палочкой</p>	Пурпурный цвет, появляющийся через несколько минут, указывает на наличие перманганата	Марганец
7	<p><i>Определение магния</i> Растворить 2—3 мг опилок (чистых) в 5 каплях концентрированной HCl (сплавы, содержащие медь, растворяются в разбавленной HCl — 5 капель дистиллированной воды и 5 капель концентрированной HCl) и</p>	<p>Осадок васильково-голубого цвета</p> <p>Осадок образуется только после нагревания</p>	<p>Магний</p> <p>Низкое содержание магния</p>

№ опыта	Описание опытов	Изменения, наблюдаемые во время опытов	Заключение
	<p>отфильтровать нерастворившуюся пористую медь. Разбавить раствор 1—2 мл дистиллированной воды. Добавить 5—10 капель 10% раствора винной кислоты, затем 2—3 капли очень слабого раствора 1, 2, 5, 8-тетраоксиатрахинона в NaOH. Добавить 20% раствор NaOH до изменения красноватого цвета в багряный с синеватым оттенком, что указывает на превращение реакции из кислотной в щелочную. Не следует добавлять слишком много окрашивающего реагента. При избытке трудно распознавать синеватый осадок. При добавлении достаточного количества реагента красящее вещество расходуется на образование синего осадка. При подогревании жидкость (при наличии магния) становится почти бесцветной. Синий цвет сохраняется только у хлопьевидного осадка. Если магний не присутствует, багряно-синий цвет раствора не изменится даже при незначительном добавлении красителя</p>		
8	<p><i>Определение никеля диметилглиоксимом.</i> Ход испытаний, как в опытах № 1 и 2. Абсорбировать NH_4NO_3, примененную в опыте № 2, диметилглиоксимовой бумагой, смочить концентрированной NH_4OH</p>	Красный цвет	Никель
9	<p><i>Воздействие диэтиланилина и $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ для определения цинка</i> В дополнение к опыту № 3 можно провести следующий опыт для определения цинка. Добавить 1 каплю 20% HCl, содержащей 0,5% диэтиланилина. Реакция должна протекать 1 мин. Добавить 1 каплю</p>	<p>Интенсивный красно-коричневый цвет</p> <hr/> <p>Зеленовато-желтый цвет</p> <hr/> <p>Синий (неизменившийся) цвет</p>	<p>Высокое содержание цинка</p> <hr/> <p>0,5% цинка</p> <hr/> <p>Цинк отсутствует</p>

№ опыта	Описание опытов	Изменения, наблюдаемые во время опытов	Заключение
	2,5% раствора $H_3Fe(CN)_6$		
10	Определение кремния методом растворения 100 мг опилок постепенно высыпать в 3 мг смешанной NH_4OH и HCl	<p>Чистый раствор, осадка нет</p> <hr/> <p>Темно-серая жидкость; темнеет по мере увеличения содержания</p> <hr/> <p>Черно-серый осадок</p>	<p>До 2% кремния</p> <hr/> <p>2% кремния</p> <hr/> <p>Высокое содержание эвтектического или почти эвтектического кремния</p>

* С разрешения «Материалс ракламейшн уикли».

Тряпье, в котором присутствует хлопок, обозначается термином «полушерстяное». Последний может составлять основу ткани или использоваться как уточная нить. В некоторых тканях хлопковые волокна могут быть смешаны и переплетены с шерстяными. Лицевая и обратная стороны многих двойных тканей сшиты хлопчатобумажной нитью, и для идентификации их необходимо отпороть друг от друга. Обычно швы сшивают хлопчатобумажными нитями и их необходимо отпаривать, чтобы хлопок не загрязнял шерстяную часть материала.

До сравнительно недавнего времени перед промышленностью стояла задача отделения хлопчатобумажных нитей или волокон от шерстяной материи. Для производства шерстяных и камвольных тканей помимо шерсти и хлопка используют такие натуральные волокна, как мохер, шерсть альпаки, верблюжью шерсть и кашемир. Отдельные фирмы специализируются на отборе подобных дорогостоящих волокон и продаже их для производства тканей, имитирующих натуральные. В течение многих лет единственным нежелательным компонентом текстильного сырья считался хлопок. Более того, если тряпье попадало в разряд камвольного, подразумевалось, что оно, в основном, шерстяное и только кайма (если она была) могла быть хлопчатобумажная или шелковая.

Современная технология. В настоящее время положение изменилось: различные ткани идентифицируют как «камвольная пряжа», и это говорит о том, что составляющие их нити

были изготовлены с помощью оборудования, обычно используемого для производства цельношерстяной камвольной пряжи. В камвольной пряже может содержаться различное количество синтетики (соотношение искусственных волокон и шерстяных составляет 75 : 25, 50 : 50 и 25 : 75). Многие виды такой пряжи на 100% состоят из искусственных волокон. Обычно из подобных материалов изготавливают костюмные и фланелевые ткани, ткани для женского платья. Если костюмная ткань изготовлена с основанием и переплетением белых и цветных нитей, ее можно распознать среди вторичного сырья по белым нитям, которые обычно гораздо светлее, чем у чистошерстяных тканей. Шерстяная пряжа также вырабатывается с примесями целлюлозных химических волокон.

Вискозные, медноаммиачные, казеиновые и другие искусственные волокна можно без труда распознавать и в старых, и в новых тканях. Вискоза и медноаммиачный шелк удаляются из любой ткани в процессе сухой перегонки так же легко, как и хлопок; однако для ацетата этот процесс непригоден, и если материал своевременно не идентифицировать и не изъять при сортировке, то он в дальнейшем может осложнить процесс окраски. Особое внимание красильщик должен уделять тряпью с непрокрашенными участками. Если такое тряпье поступит на теребильную обработку, небольшие кусочки раздробленного ацетатного волокна попадут в регенерированную шерсть и на изготовленной из нее материи появятся пятна. Таким образом, идентификация ацетатных нитей является важной задачей, и если каждый отрезок материи не будет тщательно осмотрен и правильно определен, могут возникнуть трудности. Глянцевидные искусственные ткани очень схожи по виду, даже если они изготовлены из волокон различных видов, но когда в шерстяные или камвольные ткани волокна добавлены для уменьшения лоска, идентификация еще более усложняется.

Для идентификации волокон необходимо провести определенные серии испытаний, и, хотя иногда могут оказаться полезными несложные опыты, в большинстве случаев требуются более детальные исследования.

Простые испытания. Наиболее простым испытанием является сжигание. Сжигание натуральной пряжи сопровождается резким запахом, напоминающим запах горелого рогового вещества. Горит она плохо и при сгорании скручивается. Пряжа из вискозы быстро сгорает дотла и выделяет несильный запах, похожий на запах горелой бумаги. Ацетатные волокна горят медленнее, с затухающим пламенем и пахнут уксусом. При сгорании они превращаются в маленькие бусинки. Мелкие капли вещества падают подобно расплавленному сургучу. Бусинки затвердевают и с трудом дробятся между пальцами.

Пряжу и ткани, изготовленные из ацетата (если они новые), часто можно определить по запаху, не сжигая их. Однако у старых ацетатных материалов в большинстве случаев запах отсутствует. Казеиновая пряжа горит с затухающим пламенем и пахнет горелым сыром. Найлоновые нити горят плохо и не имеют запаха. Чистошелко-

вые волокна горят медленно, и если при сжигании сложить вместе несколько нитей, можно уловить слабый запах горящей сигары. Хлопчатобумажная пряжа сгорает быстро и оставляет пепел, превращающийся в пыль. То же происходит и с льняными нитями, но горят они еще быстрее. При увлажнении вискозные и медноаммиачные нити в отличие от нейлоновых быстро смягчаются.

Конечно, во время продажи невозможно провести детальное исследование материалов, однако можно определить характеристики различных текстильных волокон. Здесь большую помощь может оказать микроскоп с тремя объективами и двумя окулярами. Для исследования волокон подходят объективы размером 8,46 и 4,23 мм, для исследования пряжи и тканей — 50,8 или 63,5 мм.

Волокно следует поместить между предметными стеклами и исследовать его сначала с помощью объектива с небольшой увеличительной силой. Хлопчатобумажные волокна обнаруживают извилистую поверхность. Это хорошо видно при большом увеличении, и для лучшего представления следует проверить несколько волокон. Нити, идущие вдоль длины, называют «бороздками». Для меринсовой шерсти характерны чешуйки с выступающими зубчатыми концами, расположенные вдоль волокон. Хорошо обозначены чешуйки вдоль волокон мохера, но концы у них гладкие. На чистошелковых волокнах рубцы отсутствуют и при увеличении они похожи на стеклянные палочки. Кроличья шерсть отличается от других тем, что от центра ее волокон идут ряды ячеек, похожих на бусинки. На тонких шерстинках они почти круглые, что помогает отличить кроличью шерсть от других животных волокон. Различные виды искусственных волокон не обнаруживают явных отличий при рассмотрении их по долевой нитке через микроскоп. Но если исследовать поперечное сечение, можно обнаружить значительные различия, например зубчатое очертание вискозного волокна, круглое — нейлонового.

Опыты по окраске. Другим часто используемым методом идентификации волокон является применение красящих реагентов. Один из них, довольно известный и недорогой, — «Shirlastain» — выпускается в двух видах — А и В. Когда необходимо идентифицировать белые или отбеленные волокна или пряжу, небольшой образец ткани стирают в воде и помещают в красящий раствор. Всего около 50—80 г вещества требуется для окрашивания нескольких небольших партий. Материал погружают в раствор на 1 мин, помешивая стеклянной палочкой, с тем чтобы прокрасились все волокна, затем вынимают ткань из химического стакана или другого сосуда и тщательно промывают в обычной воде. «Shirlastain» придает различным тканям широкий спектр цветов:

Материал	Цвет
«Shirlastain А»	
Шерсть	яркий, золотисто-желтый
Шерсть с хлорином	оранжевый
Хлопок-сырец	бледный, серовато-багровый
Очищенный хлопок	сиреневый
Вискозный шелк	ярко-розовый

Медноаммиачный шелк	ярко-голубой
Ацетатный шелк	яркий, зеленовато-желтый
Отбеленное волокно типа рами	насыщенный голубой с красным отливом
Отбеленный джут	красновато-коричневый, бронзовый
Шелк «туссор»	каштановый
Найлон	яркий, золотисто-желтый
Найлон (при кипении)	яркий, медно-коричневый
Казеин	оранжево-желтый
Шерсть с хлорином (при кипении)	черный
«Shirlastain B»	
Очищенный хлопок	грязно-розовый
Мерсеризированный хлопок	розовато-медный
Отбеленное волокно типа рами	серовато-розовый
Вискозный шелк	золотисто-желтый
Медноаммиачный шелк	темный оранжево-красный
Хлопок-сырец	серый с зеленоватым оттенком
Льняная ткань	серовато-зеленый
Отбеленный джут	серовато-зеленый
Джут-сырец	бронзово-зеленый

«Shirlastain B» используется чаще, если необходимо отличить целлюлозные химические волокна от волокон растительных. Последние, за исключением волокна типа рами, окрашиваются в зеленоватые тона.

Опыты с окрашенными тканями. Опыты на цельных окрашенных материалах недостаточно эффективны, лучше использовать ветошь, которая легко раздирается на нити. Подготовленные образцы определенных материалов хранят в темном месте, чтобы сохранить первоначальный цвет. Ценным пособием является «Справочник стандартов по красящим веществам», изданный Британским советом по красящим веществам. Окрашенные образцы следует сравнивать с эталонами. Преимуществом данного способа является его простота и скорость, недостатком — то, что надежные результаты получают только для белых, отбеленных или натуральных волокон.

Идентифицировать материалы можно также с помощью опытов по окрашиванию. Так, для определения искусственных волокон можно применить следующие способы:

а) поместить несколько волокон на предметное стекло микроскопа и капнуть ацетон. Если волокно набухает и растворяется, это ацетат; другие виды искусственного шелка не разбухают;

б) погрузить небольшой пучок волокон в краситель «Hahn» на 3 мин, затем тщательно промыть. Ацетатные волокна становятся желтыми, медноаммиачные — синими, а вискоза и нитроцеллюлоза остаются бесцветными;

в) поместить волокна на предметное стекло микроскопа и добавить несколько капель раствора «Frie Fast Orange». По истечении 3 мин хорошо промыть их. Медноаммиачные волокна окрашиваются в оранжевый цвет, нитроцеллюлоза — в светло-оранжевый, цвет других волокон не изменяется.

В состав красителя «Hahn» входят следующие компоненты:

10 мг пикриновой кислоты и 2 мг растворимого «2B Extra» на 1 л воды. Раствор «Frie Fast Orang» готовят из расчета 2 мг «Frie Fast Orange C. G.» на 1000 мл воды.

Некоторые указания. Следует тщательно исследовать нити различных видов ветоши и волокон этих нитей, что позволит производителю изделий из регенерированной шерсти определить характер их последующего применения. Волокна чистошерстяных тканей значительно отличаются по длине и тонкости нити, так как используются различные виды шерсти. К примеру, волокна чистошерстяной высококачественной камвольной ткани очень волнистые, тонкие и короткие (длина от 5 до 7 см).

В одноцветных камвольных тканях применяют простое ткацкое переплетение; широко распространен способ переплетения типа 2/2 по диагонали. Число переплетений на 1 дюйм является показателем качества ткани. Если, например, на 2,5 см ткани от 12 до 16 основных и уточных переплетений (обычная плотность мужских костюмных тканей), значит ткань была изготовлена с 48—64 нитями основы, а это показатель высокого качества используемой пряжи. Ткани для женской одежды обычно тоньше и, следовательно, легче. Производство тонкой пряжи требует высококачественного исходного материала и больших затрат труда.

Таким образом, ветошь камвольных тканей ходовых расцветок стоит дороже, особенно если это новые обрезки. Следует указать, что шерсть высшего качества — самая тонкая и короткая; только из таких материалов можно изготовить тонкую пряжу. Это можно проследить на примере изделий из тонкой вязальной шерсти — плотно связанных тканей, изготовленных из тонких нитей, белый цвет и светлые тона которых ценятся выше черного и темных.

Материалы из грубых волокон, таких, как шотландский твид и шевиот, изготовленные из цельношерстной пряжи, обычно имеют длинные волокна. Так, для твида длина волокна колеблется от 7,5 до 17 см с преобладанием длинных волокон. Любую белую пряжу обязательно окрашивают, а затем рассматривают через микроскоп с объективом небольшой увеличительной силы, чтобы выявить цвета шерстяных и искусственных волокон.

Определение по цвету. Некоторые виды вторичного текстильного сырья можно определить по цвету. Натуральный цвет обычно сохраняется в изделиях из верблюжьей шерсти (желтовато-коричневый ворс). Специальные волокна — обычно мягкие на ощупь, нежные и теплые. Некрашенный мохер — блестящий на вид, светлого, золотисто-желтого цвета, иногда белый.

Ткань «альпака» производится белого, коричневого и черного цвета; наиболее распространенный оттенок коричневый; его обычно используют для изготовления подкладочного материала в изделиях высокого качества. Из спряденной кроличьей шерсти часто вяжут детские изделия. Такую детскую одежду, мягкую и гладкую на ощупь, окрашивают преимущественно в яркие и светлые тона.

Белая и серая кашемировая пряжа обладает всеми качествами,

присущими другим специальным волокнам. По сравнению с обычными видами шерстяных и камвольных тканей количество вторичного сырья подобных видов невелико.

Шерстяные ткани спортивных курток, женских брюк и фланелевые брючные ткани со «слепой» аппретурой, т. е. без ткацкого переплетения, производят из хлопчатобумажной основной и шерстяной или нейлоновой основной и шерстяной пряжи. Отрывая куски ткани по направлению переплетения, можно отделить хлопчатобумажные или нейлоновые основные нити.

Классификация вторичного текстильного сырья на различные категории дает некоторое представление о видах волокон, из которых изготовлен шерстяной лоскут. Однако даже опытному специалисту в настоящее время нелегко идентифицировать разнообразные искусственные волокна, попадающие в утиль.

Единого метода определения, подходящего для всех видов волокон, не существует. В большинстве случаев проблема решается с помощью микроскопа и опытов с окрашивающими реагентами. Для проведения идентификации полезно иметь эталоны волокон для сравнения с определяемыми видами.

10.6. Сортировка разнородных отходов для вторичного использования

Если вторичное сырье можно рассортировать по достаточно однородным (термин, нуждающийся в точном определении) группам, оно может быть переработано и использовано либо по первоначальному назначению (например, черные и цветные металлы), либо в других целях (например, многие сорта бумаги, отходы древесины, большинство пластмасс и т. д.). Существует несколько технологических процессов, при которых разнородные отходы перерабатываются в ценные продукты в ходе одной операции. Например, разнородные отходы могут быть подвергнуты сжиганию для получения термической энергии; пиролизу (термическому разрушению при отсутствии кислорода) для получения масел, смол, древесного угля и газообразного топлива, ферментации для получения спирта и т. д. Каждая из этих операций сама по себе является формой сепарации. Однако те же процессы проходили бы более эффективно, если бы им предшествовала механическая сортировка.

Ручная сортировка. Традиционный метод сепарации — ручная сортировка. В последнее время ручная сортировка обычно осуществляется путем отбора определенных материалов из разнородных отходов, движущихся по ленте конвейера. Для отделения железных предметов применяют магнит. Из табл. 10.146 видно, что, если учитывать только стоимость труда и заводской амортизации, невозможно покрыть затраты на сортировку в условиях, характерных для экономики США в 1972 г. В табл. 10.147 показаны та же стоимость и предполагаемый доход, исчисленный на 1 т разнородных отходов. Как видно из таблицы, если принять среднюю продажную цену за 1 т использованного вторичного сырья в 6 долл., чистая стоимость составит 10 долл./т. Это минимальная рентабельная цена,

Таблица 10.146. Показатели, характеризующие эффективность ручной сортировки материалов * [5]

Материал	Количество материала, т/(чел.-сут)			Средняя стоимость сортировки 1 т, 26 долл./(чел.-сут)	Заводская амортизация, колл/т	Стоимость*** частичной переработки, долл/т	Цены, уплаченные агентам по заготовке, долл/т	
	максимальное	минимальное	среднее				минимальные	максимальные
Газеты	3	1,5	2,25	11,56	4,78	16,34	14	4
Смешанная бумага**	2,5	1,5	2	13	4,78	17,78	4	0
Мятая бумага	3	2	2,5	10,4	4,78	15,18	15	10
Текстиль	2	1	1,5	17,33	4,78	22,11	60	10
Металлы	3,5	2,5	3	8,67	4,78	13,45	10	5
Стекло	3,5	2,5	3	8,67	4,78	13,45	7	5

* Данные по утилизации на 1 чел/сут основаны на расчетах Бюро санитарии (Лос-Анджелес); стоимость сортировки и амортизации вычислена Среднезападным исследовательским институтом; платежи агентам — обычные цены для любых товаров в периоды подъема и спада рыночных цен.

** Разные сорта бумаги в периоды низкого спроса не сбываются.

*** Исключая все виды затрат, кроме затрат труда и заводской амортизации.

Таблица 10.147. Примерная стоимость сортировки смешанных городских отходов, включая стоимость заводской амортизации и полученные доходы*, долл/т [5]

Материал	Утилизация, %/т	Затраты труда на сортировку	Амортизационная стоимость сортировки	Стоимость частичной переработки	Цены, уплаченные агентам по заготовке	
					максимальные	минимальные
Газеты	13	1,5	0,62	2,12	1,82	0,52
Смешанная бумага	42	5,46	2	4,47	1,68	—
Мятая бумага	19	1,98	0,91	2,88	2,85	1,9
Текстиль	1	0,17	0,05	0,22	0,6	0,1
Металлы	14	1,21	0,67	1,88	1,4	0,7
Стекло	11	0,95	0,53	1,48	0,77	0,55
За 1 т	100	11,27	4,78	16,05	9,12	3,77

* По данным табл. 10.146.

устанавливаемая предприятием по переработке вторичного сырья за поставку сырья. Такие высокие расценки за 1 т отходов встречаются только в городских районах или вблизи городских центров, где стоимость сооружения фабрик по переработке отходов, возможно, также будет выше, чем приведенная в данном примере.

Механическая сортировка. Для осуществления рациональной переработки и промышленного использования смешанных городских отходов следует либо повысить цены на вторичные продукты (например, путем обложения налогами исходных материалов), либо за счет механизации или автоматизации снизить затраты труда. Существует несколько альтернативных подходов к решению проблемы. Остановимся на некоторых из них.

1. Отходы сортируют по виду; они могут быть раскрошены или раздроблены в молотковой дробилке или размельчены другими способами.

2. Все отходы помещаются в силовое поле (магнитное, электростатическое, электродинамическое или аэродинамическое), и отдельные материалы выделяются один за другим.

3. Сортировка осуществляется серией бинарных отборов до тех пор, пока не будет достигнута достаточная степень однородности, или весь поток поступивших отходов сразу сортируется по возможно наибольшему количеству категорий.

10.7. Централизованная сортировка разнородных городских отходов

Любая городская служба вторичного сырья, организующая сбор городских отходов и их транспортировку на центральную станцию для обработки перед уничтожением, может быть спланирована таким образом, чтобы включать процесс сортировки отходов. Ниже рассмотрены применяемые и разрабатываемые технологические процессы централизованной сортировки — от ручного отбора материалов с конвейера до полностью автоматизированных предприятий по механической сортировке.

Раньше централизованная сортировка являлась придатком крупных установок по измельчению и сжиганию отходов, поскольку первоначально необходимо удалять громоздкие предметы, материалы, которые невозможно измельчить, а также такие, которые могут взрываться при сжигании. Широко применялось также автоматическое удаление металлического лома до или после сжигания отходов с помощью магнитных сепараторов. За последние пять лет значительно усовершенствовалась технология сортировки, специально предназначенная для отделения ценных фракций городских отходов для последующей переработки и вторичного использования. Некоторые из этих технологических процессов предполагают переработку твердых отходов для использования не по первоначальному назначению (компостирование и пиролиз) и рассмотрены отдельно. Этот раздел посвящен технологии непосредственного удаления отдельных предметов из массы городских отходов без изменения характера предмета (стекло, волокна, металл и т. д.).

Сортировка может быть представлена как двухфазовый процесс: на первом этапе отдельный предмет из поступающего потока систематизируется по категориям или классифицируется; на втором этапе предмет помещается в исходящий поток в соответствии с его категорией. В некоторых сортировальных установках систематизация и транспортировка объединены в одной операции.

Ручная систематизация и транспортировка. Простейшим и наиболее распространенным способом сортировки является ручная сортировка. Отходы с мусоросборочных машин сгружаются на конвейер. Вдоль ленты конвейера стоят рабочие, отбирающие предметы, которые необходимо удалить (например, взрывоопасные аэрозольные упаковки) или которые могут быть утилизированы (металлолом, чистая бумага).

Ручная систематизация и механическая транспортировка. Данный процесс предполагает использование способностей человека распознавать и систематизировать отдельные предметы в сочетании с механизацией процесса транспортировки. Отдельные предметы движутся по лотковому конвейеру (рис. 10.38) перед закрытой будкой с пультом и рядом кнопок управления, в которой находится оператор. По мере прохождения предметов оператор нажимает соответствующую кнопку и заносит классификационную информацию на магнитную ленту на лотке. Предметы автоматически сгружаются с лоткового конвейера в соответствии с закодированной информацией. Подобная система используется при сортировке писем, но до настоящего времени не применялась для сортировки отходов.

Механическая систематизация и транспортировка. Автоматизированный процесс сортировки предполагает использование механизмов для осуществления процессов как систематизации, так и транспортировки. Хотя описанные ниже сортировочные аппараты способны обрабатывать гораздо больший по сравнению с ручным трудом объем материалов, они более примитивны в осуществлении функции систематизации. Поэтому необходимо взаимодействие нескольких различных типов механизмов для синтезирования системы, способной осуществлять автоматически такой процесс сортировки, который выполняется человеком в ходе одной операции, хотя и с меньшей скоростью. В настоящее время функционирует только одно полностью автоматизированное предприятие, хотя еще несколько технологических линий и предприятий находится в стадии разработки.

Автоматическая сортировка всей массы отходов. Сортировка массы отходов в отличие от ручной сортировки отдельных предметов исключает классификацию компонентов в потоке отходов. За критерий классификации принимают средние колебания инерционных, электрических или других характеристик предметов, относящихся к различным категориям. Для осуществления массовой сортировки большое значение имеет предварительное уменьшение размеров компонентов путем их измельчения и сортировка по размерам — просеивание.

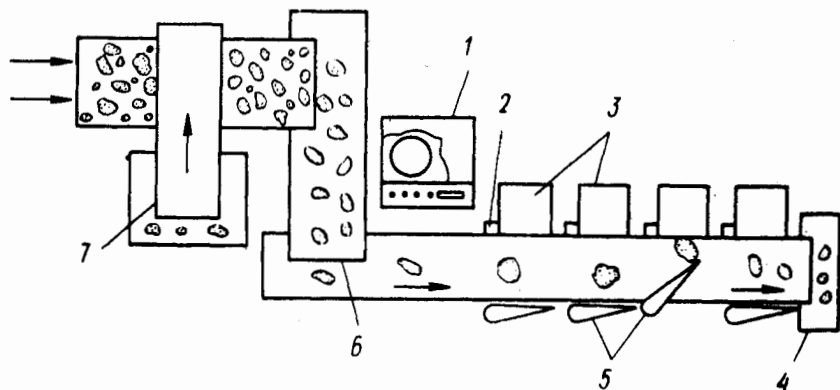


Рис. 10.38. Ручная систематизация и механическая транспортировка отходов

1 — закрытая кодирующая установка; 2 — считывающее устройство; 3 — бункера для различных компонентов; 4 — бункер для неиспользуемых отходов; 5 — дефлекторы; 6 — вибрационный грохот над бункером для мелких компонентов; 7 — магнитоленточный сортировочный аппарат и бункер для металлических предметов

Сортировка путем превращения отходов в волокнистую массу.

Примером предприятия по автоматической массовой сортировке городских отходов является завод «Блэк Клоусон» в г. Франклин (шт. Огайо). Это первое полностью автоматизированное предприятие по переработке отходов было пущено летом 1971 г. Технологический процесс основан на методике, разработанной для предприятий по производству бумаги. Этот процесс предполагает извлечение из городских отходов крупных фракций волокон для вторичного использования (производство картона или войлока) и подготовку оставшихся волокон к сжиганию в жидкостном реакторе. Кроме процесса обработки волокнистых материалов, составляющих приблизительно половину всех городских отходов, осуществляется второстепенный процесс извлечения других компонентов, пригодных к дальнейшему использованию: стекла, лома цветных и черных металлов.

С транспортировочного контейнера (рис. 10.39) отходы сгружаются на пластинчатый конвейер, подающий их в дефибрер. Все материалы, способные превращаться в мягкую массу или дробиться и крошиться (пищевые отходы, бумага, пластмассы и резина, ветошь, стекло, древесина и листья), размельчаются и поступают через грохот в водяную взвесь. Тяжелые металлические предметы выбрасываются из дефибрера и попадают в приспособление для удаления скапа. Взвесь пропускается под давлением через жидкостный циклон, где отделяется битое стекло, песок и другие мелкие плотные компоненты, включая металлы. Затем взвесь обрабатывается методом «Fibreclaim R», разработанным на заводе «Блэк Клоусон» специально для утилизации волокон, пригодных к повторному использованию. Взвесь сначала процеживается, потом пропускается через очистительные центрифуги, а затем поступает на селекторы, отделяющие волокна средней длины от длинных. Клас-

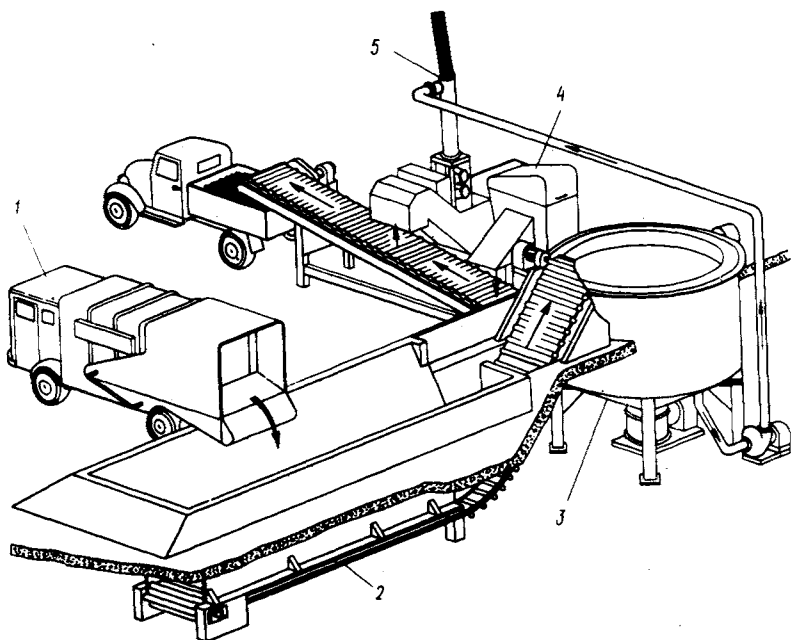


Рис. 10.39. Предприятие по переработке отходов в волокнистую массу

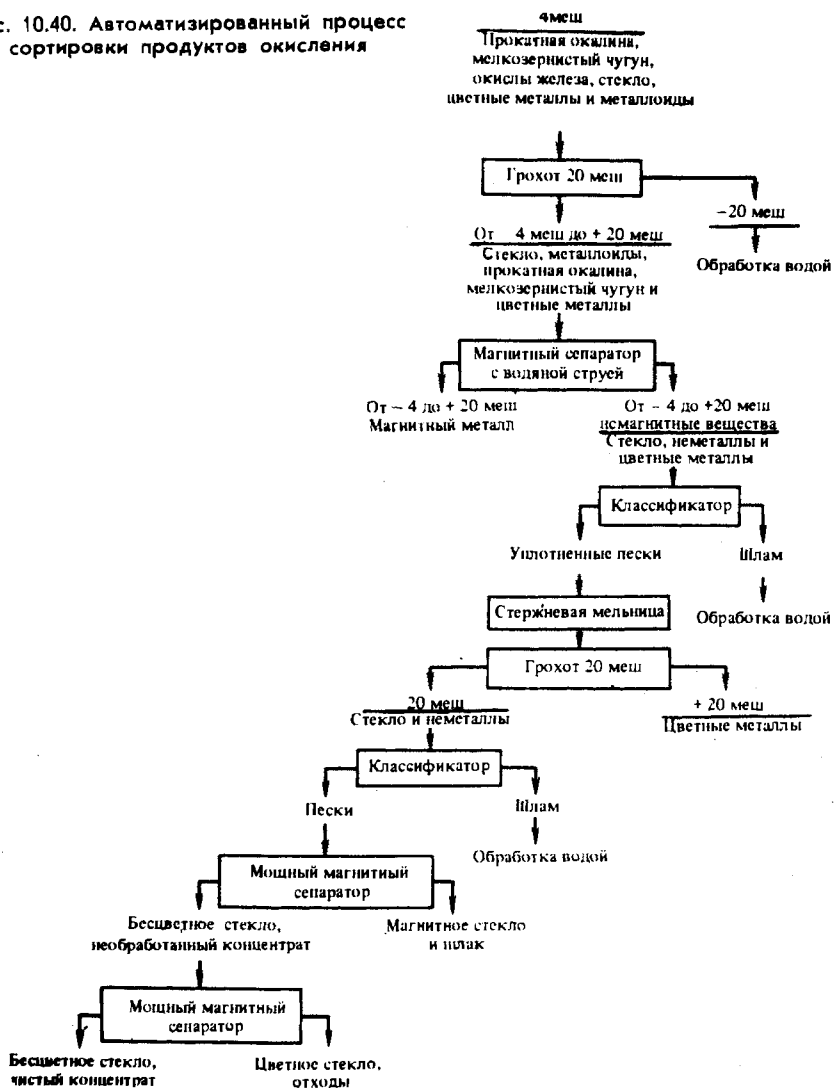
1 — транспортировочный контейнер; 2 — пластинчатый конвейер; 3 — гидравлический дефибрер; 4 — приспособление для удаления скрапа; 5 — гидроциклон

сифицированные волокна высушиваются и упаковываются. Остатки волокон обезвоживаются и попадают в реактор для сжигания, а зола поступает на поля для удобрения. Отходы жидкостных циклонов на 75% состоят из смеси стекла с металлами, пластмассой, песком и грязью. На следующих этапах из этих отходов отделяются стекло, алюминий и черные металлы. Затем стекло сортируется по цветам методом «Сортекс». Данная система в настоящее время перерабатывает до 15% от общего количества поступающих отходов, выпуская массу для изготовления войлока и жестяные банки.

Сортировка продуктов сжигания. Металлургический исследовательский центр при Управлении горных работ в США в г. Колледж Парк (шт. Мэриленд) разработал непрерывную автоматизированную технологическую линию для утилизации полезных ресурсов из продуктов сгорания в установках для сжигания городских отходов. Процесс основан на технологии, разработанной в горно-перерабатывающей промышленности для обработки и обогащения руд. Схема представлена на рис. 10.40.

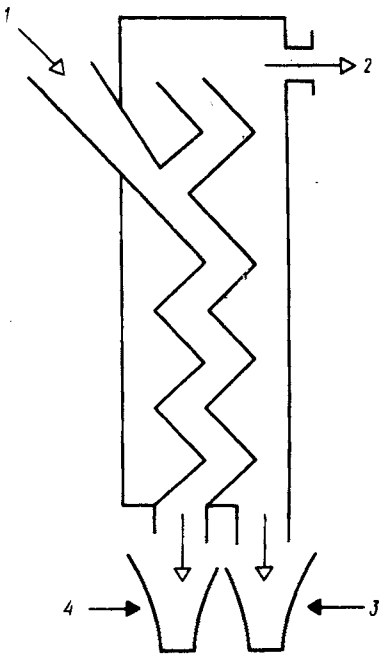
Продукты сгорания, представляющие собой влажную массу из металла, стекла, шлака, обугленной и обгоревшей бумаги и содержащей минеральные соли золы, проходят две стадии просеивания. Крупные фракции перед просеиванием размельчаются в молотковой дробилке. Все операции по просеиванию проходят под струями

Рис. 10.40. Автоматизированный процесс сортировки продуктов окисления



непрерывно подающейся воды. Частицы, проходящие через сито размером +4 меш, доводятся до размеров 76,2 см в диаметре с помощью 35,5 см магнитного цилиндрического сепаратора. Немагнитные фракции подвергаются дальнейшему измельчению во второй молотковой дробилке. Компоненты, проходящие через сито размером от -4 до +20 меш, собираются вместе со всех этапов обработки для дополнительной сепарации в магнитном поле (3000 гаусс), где отделяются небольшие по размерам магнитные материалы. Немагнитные фракции подвергаются дальнейшему измельчению в стержневой мельнице, где быстро размельчается

Рис. 10.41. Зигзагообразный классификатор
1 — загружаемый материал; 2 — удаляемый воздух;
3 — легкие фракции; 4 — тяжелые фракции



стекло, а цветные металлы сплющиваются и легко просеиваются. На последнем этапе мощный (20 000 гаусс) магнитный сепаратор отделяет слабомагнитное цветное стекло, оставляя в основном флинтглас, а также небольшое количество стекла светло-янтарного цвета и угля. Подобную технологию отделения стекла может заменить метод цветового отбора «Сортекс». Мелкие частицы, образовавшиеся в ходе всех операций по просеиванию, собираются вместе; отходы отделяются, а шлам сгущают до образования однородной массы.

Управление горных работ разрабатывает также технологию обогащения тяжелых цветных металлов. Осаждающаяся фракция представляет собой богатый медью продукт, содержащий также цинк, свинец, олово и небольшое количество нержавеющей стали, в то время как плавучая фракция более чем на 95% состоит из алюминия. Таким образом, представляется возможным, по меньшей мере, восстановление алюминия из истолченных остатков продуктов горения.

Жидкостные классификаторы. Перемещение измельченных и подобранных по размерам компонентов в воздушной или водяной струе лежит в основе нескольких видов сортировочных процессов. В Станфордском исследовательском институте проходил испытание зигзагообразный классификатор (рис. 10.41), в котором измельченные отходы подавались в воздушную струю внутри зигзагообразной камеры. Более тяжелые фракции, которые не могут поддерживаться воздушным потоком, опускаются на дно, тогда как

более легкие фракции поднимаются вверх под действием воздушной струи. Подобная установка осуществляет только бинарную сортировку, и для сортировки разнородных отходов понадобится комплекс таких установок. Сходные результаты достигаются и при использовании восходящих потоков воды в сепараторах.

Инерционные классификаторы. Сортировочные устройства, разработанные с учетом инерционных свойств разделенных по размерам частиц, можно сравнить с описанными выше классификаторами. Три вида устройств, показанных на рис. 10.42, были специально разработаны с целью отделения веществ, загрязняющих компост. В баллистическом сепараторе, прошедшем испытание на демонстрационном опытном предприятии по производству компоста в г. Гейнсвилл (шт. Флорида), легкие частицы органического происхождения, которые подвержены действию центробежной силы, падают в ближайшую к ротору бункера. Более легкие, неупругие частицы задерживаются и подаются в бункер с помощью барабана, а тяжелые и упругие частицы отскакивают. На рис. 10.42 представлен также сепаратор с наклонным конвейером.

Классификация с помощью вихревых токов. Принцип электромагнитной индукции лежит в основе сортировки частиц исходя из проводимости и плотности. Технологический процесс сортировки цветного металлического лома, разработанный в Вандербильском университете, основан на различии сил переменного магнитного поля проводящих частиц, в которых индуцируются токи. Удачно закончились предварительные испытания метода отделения от других компонентов цветного металлолома алюминия, отличающегося высокой проводимостью и сравнительно низкой плотностью.

Автоматическая сортировка отдельных предметов. Существует несколько установок для сортировки отдельных предметов, которые могут быть использованы при переработке общих проктов предприятий по переработке отходов. Широко известен метод цветного отбора «Сортекс», применяемый для сортировки стекла (рис. 10.43). Материал движется по скоростному конвейеру и, падая, проходит через оптическую камеру, где с помощью ряда фотоэлементов отражательная способность всех граней частицы сравнивается с аналогичными стандартными показателями. Если характеристики частиц не совпадают со стандартными, воздушная струя выдувает их в лоток с отходами.

Установка для сортировки отдельных предметов, моделирующая ручной процесс сортировки, разрабатывается в Массачусетском технологическом институте (рис. 10.44). Крупные предметы (более нескольких дюймов в диаметре) отсеиваются из входящего потока отходов для последующей сортировки. Предметы автоматически загружаются в тележки конвейера и направляются мимо ряда датчиков, каждый из которых получает сигнал или «показатель» от движущихся предметов. Эти показатели поступают в вычислительную машину, которая принимает классификационное решение на базе стандартных показателей, заложенных в ее памяти. Предметы, не подпадающие под классификацию, отсортировываются.

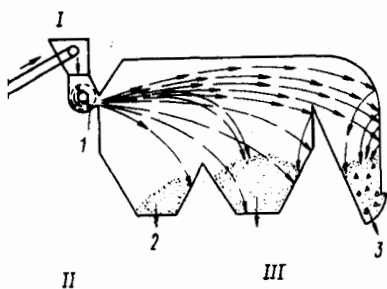


Рис. 10.42. Виды инерционных сепараторов
 I — баллистический сепаратор: 1 — ротор; 2 — частицы органического происхождения; 3 — то же, неорганического; II — секатор: 1 — упругая пластина; 2 — барабан; 3 — легкие и неупругие частицы; III — сепаратор с наклонным конвейером: 1 — наклонный конвейер; 2 — легкие и неупругие частицы; 3 — тяжелые и упругие частицы

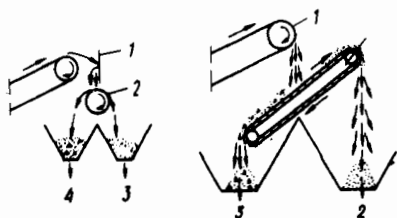


Рис. 10.43. Цветовая сортировка стекла ("Сортекс")

1 — загрузочный бункер; 2 — вибрационная воронка; 3 — эталон; 4 — отводный бункер; 5 — стандартный бункер; 6 — воздушный выключатель; 7 — сравнивающее устройство; 8 — фотоэлементы; 9 — источник света

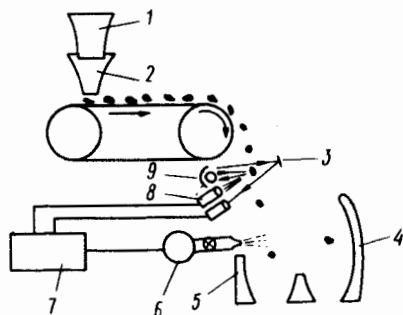
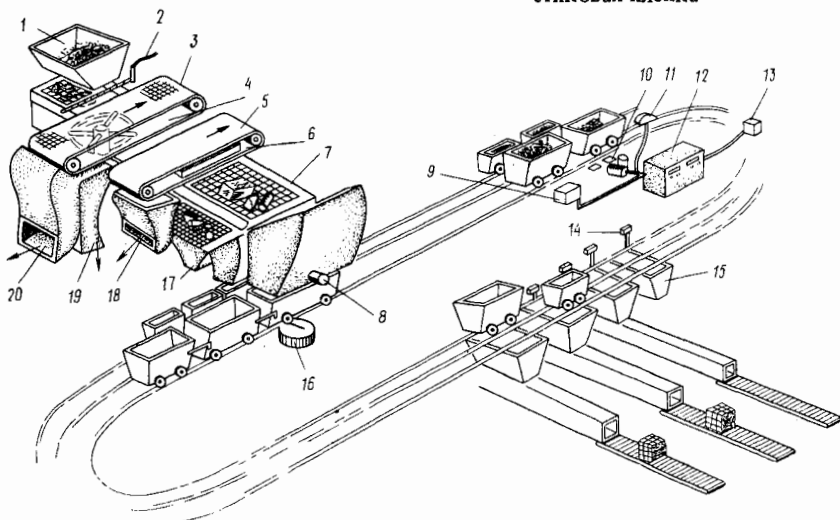


Рис. 10.44. Система сортировки крупных предметов, МТИ

1 — бункер для поступающих отходов; 2 — водная отсечка; 3 — передвижное воздуховсасывающее сито; 4 — поперечный поток инфракрасного излучения; 5 — ленточный конвейер; 6 — электромагнит; 7 — двухъярусный вибрационный грохот; 8 — датчик; 9 — элемент, чувствительный к металлам; 10 — датчик инфракрасного излучения; 11 — измеритель ударного ускорения; 12 — вычислительная машина; 13 — кодирующее устройство; 14 — считывающее и разгрузочное устройство; 15 — разгрузочные бункера и упаковочные прессы; 16 — ускоритель; 17 — мелкие частицы; 18 — черные металлы; 19 — бумага; 20 — пластиковая пленка



Были разработаны датчики двух видов. Первый — инфракрасный отражательный спектрометр, измеряющий относительную интенсивность отраженного света в инфракрасной области. Второй — ударный датчик, определяющий торможение ударного устройства при динамическом воздействии на предмет в пределах известных условий. На опытных сортировочных предприятиях подобные датчики сортируют отходы пяти категорий: стекло, пластмассу, металл, древесину. Число категорий может расти по мере увеличения сложности методов распознавания образцов.

В данном процессе в отличие от рассмотренных выше предварительное накопление информации о предмете предшествует принятию классификационного решения. Этот метод позволяет осуществлять более сложные операции, чем описанный ранее бинарный отбор. Поскольку решения принимаются только после сбора всей релевантной информации, их можно модифицировать, т. е. определять, какой вид отходов обрабатывать, не реконструируя капитальное оборудование предприятия. Такой подход к централизованной обработке отходов не только позволяет осуществлять сортировку без дорогостоящих операций по измельчению компонентов, но и допускает маневренность операций. В связи с тем что исключаются операции по измельчению или превращению компонентов в однородную массу, обеспечивается достаточная степень чистоты отделенных фракций. Недостатком процесса является то, что он, как и ручная сортировка, не рассчитан на работу с мелкими компонентами.

10.8. Энергетические аспекты проблемы переработки городских отходов

Существуют два способа получения энергии из отходов. Первый — отходы служат источником получения горючих веществ. Второй — вторичные продукты утилизируются и используются как первичные; при этом значительно экономится энергия, используемая обычно на обработку и транспортировку первичных материалов.

Получение энергии. Количественные оценки различных видов сухих беззольных твердых органических отходов, полученных в США в 1971 г., представлены в табл. 10.148. Цифры велики. Однако по сравнению с общим количеством потребляемой в США энергии они незначительны. Только городские отходы могли бы дать от 1,5 до 3% общего количества энергии (в зависимости от применяемых способов оценок и допусков). Общее количество отходов органического происхождения в 2—6 раз больше, чем количество городских отходов. Таким образом, по наиболее оптимистичным оценкам, отходы, преобразованные в энергию, могут обеспечить 18% от общего количества потребляемой в США энергии. Энергия, необходимая для транспортировки лесных и сельскохозяйственных отходов на центральные перерабатывающие предприятия, может составить значительную часть по сравнению с энергией, произведенной из этих отходов.

Таблица 10.148. Количество сухих, беззольных твердых органических отходов, полученных в США в 1971 г., млн. т [31]

Источник	Количество образующихся отходов	Количество отходов, годных к сбору
Навоз	200	26
Городские отходы	129	71
Отходы лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий	55	5
Сельскохозяйственные и пищевые отходы	390	22,6
Промышленные отходы	44	5,2
Осадки в городских канализационных системах	12	1,5
Разные отходы	50	5
Всего	880	136,3
Общий нефтяной эквивалент, тыс. т	135 965	21 051
Общий метановый эквивалент, млн. м ³	264	41

Органические материалы, содержащиеся в отходах, определяют энергосодержание. Оно выражает максимальную энергию, которая может быть высвобождена. Выбор возможных способов получения энергии должен, таким образом, основываться на оценках затрат и на приемлемости видов произведенной энергии.

Инсинерация, или контролируемое сжигание отходов, для получения горячей воды и (или) пара (см. гл. 6). Энергия может вырабатываться горячими газами в газовых турбинах. В 1973—1975 гг., когда стоимость энергии повысилась, энергия, полученная в процессе сжигания, оказалась наиболее экономичной. Тем не менее потребители тепла должны находиться достаточно близко к источнику энергии, в пределах 1,6 км, чтобы производство тепла оставалось экономичным даже в условиях цен 1975 г.

Пиролиз — термическое разрушение органического вещества при отсутствии кислорода. В результате процесса обычно получают горючие вещества трех видов: газ с низкой теплотворной способностью; жидкое горючее, включая смолы и деготь, и твердое горючее в виде углерода. Ни одно из этих веществ не представляет достаточной ценности, чтобы его стоило транспортировать на расстояние более нескольких миль без предварительного обогащения в ходе других процессов.

Топливо из легких фракций, отделенных в воздушных классификаторах. Поскольку смешанные городские отходы приблизительно на 50% состоят из бумаги и на 3% из пластмасс (см. гл. 2) и в измельченном или неизмельченном виде могут быть легко отделены в обычном воздушном классификаторе, разработано несколько процессов, использующих способность горения отделенных легких фракций. Подобное топливо поступает в продажу в необработанном виде под торговыми знаками «Ecofluff» и «Eco-fuel». Оно гранулируется или брикетируется и продается как твердое топливо. Сжигается топливо непосредственно в вихревых горелках угольных котлов в пропорции 15% от об-

щего количества подводимого тепла (1975 г.). Впервые крупномасштабные эксперименты по использованию такого топлива были проведены в г. Сент-Луис фирмой «Юнион электрик».

Получение газа в процессе анаэробного разложения. Процесс имеет место в природных условиях, когда масса органических веществ подвергается гниению. На некоторых больших свалках бурились скважины для сбора образующегося метана (см. гл. 8).

Анаэробное брожение, подобно предыдущему процессу, представляет собой биологический процесс разложения микроорганизмами, происходящий при отсутствии кислорода. Процесс наблюдается в илах, в частности канализационных. Он высвобождает только часть энергии, накопленной в отходах. Эксперименты и прогнозы Калифорнийского университета не позволяют считать данный процесс перспективным для твердых городских отходов.

Окисление в жидкой среде также применяется для разложения канализационного ила, в данном случае путем реакции с кислородом воздуха при высоких температуре (300°C) и давлении (10,54 МПа). Этот процесс изучался в Калифорнийском университете и был признан неперспективным (1975 г.).

Ферментативный гидролиз подобен процессу анаэробного брожения, однако в этом случае на отходы воздействуют некоторые активные бактерии. В результате получают чистые побочные продукты и основной продукт — глюкоза. Глюкоза используется для получения различных продуктов, в частности метилового спирта (метанола) и дрожжей или одноклеточных протеинов, из которых наиболее перспективным представляется *trichoderme viride*. Эта культура была выделена и культивирована в лабораториях вооруженных сил США из организмов, быстро разрушавших военную форму в странах Юго-Восточной Азии. Реакция длится около 20 ч, протекает при низких температурах и не требует больших затрат.

Гидролиз в кислой среде — альтернативный метод гидролиза целлюлозы — отличается от ферментативного гидролиза тем, что время контакта исчисляется несколькими минутами, а не часами, так что оборудование может иметь еще меньшие размеры. Однако оно дороже, так как для проведения высокотемпературных реакций требуются реакторы из нержавеющей стали или монель-металла. Отходы имеют высокую биохимическую потребность в кислороде и будут скорее приносить убытки, чем выгоду. Производные продукты — глюкоза, спирт, протеины.

Потребление энергии для производства первичных и вторичных продуктов. Для производства определенного количества металла и в меньшей степени стекла и бумаги из первичных продуктов требуется больше энергии, чем для производства того же количества из вторичного сырья. Для доказательства этого положения все условия в каждом отдельном случае должны быть обоснованы. Например, использование механической энергии на всех рудниках

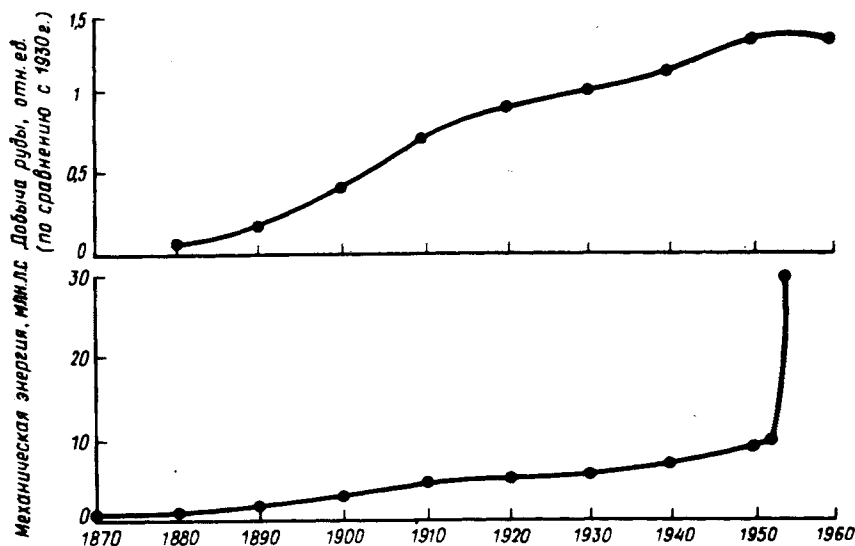


Рис. 10.45. Объем производства металла в зависимости от энергозатрат (по данным Торговой палаты) [11]

США, начиная с 1950 г., возросло в несколько раз без какого-либо увеличения общей выработки (рис. 10.45). Причины такой тенденции очевидны: механизация и повышение производительности в сочетании с неизбежной тенденцией разработки бедных месторождений. В целом промышленность отстает: существуют рудники, производящие малое количество продукции и требующие значительных энергозатрат.

Приводимые ниже показатели следует рассматривать только как ориентировочные. Во многих случаях энергозатраты как на производство первичных продуктов, так и на переработку вторичного сырья настолько высоки, что нет смысла говорить о том, что переработка вторичных продуктов требует меньших затрат энергии.

В табл. 10.149 приведены сводные данные о затратах энергии на производство основных металлов в ходе различных процессов, включая переработку вторичного сырья. В каждом случае затраты энергии выражены двумя цифрами: первая — для генерирования энергии с общей эффективностью в 40% — применима для предприятий по переработке, сравнимым с наиболее эффективными действующими электростанциями; вторая, более высокая цифра, — для генерирования и передачи энергии с эффективностью 29,8%, — ближе к современным средним показателям.

Энергозатраты, необходимые для утилизации различных металлов, приведены в табл. 10.150—10.159. Данные табл. 10.160 и 10.161 иллюстрируют энергозатраты на производство бумаги, а также напитка в бумажной упаковке и в стеклянной таре (вопросы переработки бумаги, стекла и тары изучались Хэнноном). Другие сравни-

Таблица 10.149. Энергозатраты на производство и вторичную переработку металлов, кВт·ч/т [52]

Металл	Современные источники получения металлов	Эквивалентное количество энергии угля	Перспективные источники получения металлов	Переработка вторичного сырья
Магний	Морская вода	90 821 (103 739)		1397 (1875)
Алюминий	50% боксит	51 379 (63 892)	30% боксит — 59 615 (72 844) Глина — 65 972 (78 188) Анортозит — 72 356 (86 327)	Алюминиевый лом — 1300 (2000)
Железо	Высокосортный гематит	4270 (4289)	Низкосортный гематит — 5135 (5190)	Железный и стальной лом — 1240 (1666)
	Магнитный таконит	4656 (4727)	Немагнитные такониты — 5273 (5381) Железные латериты — 6268 (6327)	
Медь	1% сернистая руда	13 532 (15 193)	0,3% сернистая руда — 24 759 (29 766)	98% медный лом — 635 (853) Медный лом с примесями — 1555 (1727)
Титан	Высокосортная рутиловая руда	126 115 (154 779)	Глина с высоким содержанием глинозема — 156 400 (194 722)	Титановый лом — 39 000 (52 416)
	Ильменитовая горная порода	149 440 (186 090)		
	Ильменитовый прибрежный песок	153 055 (190 948)	Породы с высоким содержанием титана — 206 075 (261 347)	
	Железосодержащая порода	152 813 (190 622)		

Примечание. Здесь и в табл. 10.150—10.158 цифры без скобок — 40% электроэнергии, цифры в скобках — 29,8% эффективность.

эффективность выработки и передачи

Таблица 10.150. Энергозатраты на получение 1 т магния из морской воды
 (изменение свободной энергии Гиббса $\Delta F = 1208$ кВт·ч,
 отпускная цена 720 долл.) [52]

Процесс	Энергия, необходимая для процесса, использующего ракушечник, кВт·ч	Энергия, необходимая для процесса, использующего известь, кВт·ч	Эквивалентное количество энергии угля, необходимой для первого процесса, кВт·ч	Стоимость энергии, необходимой для второго процесса, долл/т
Предварительная обработка морской воды:				
перекачка	400 (Э)	400 (Э)	1010 (1375)	2,02
обработка известняка		126 (Э)		
обжиг известняка или ракушечника	3985	3985	3985	3,31
смешивание, флокуляция, седиментация	17 (Э)	17 (Э)	42 (57)	0,08
Выпаривание	45 000	45 000	45 000	37,35
Электролиз			35 000	70
Расход электродов	14 000 (Э)	14 000 (Э)	(47 040)	
	600 (Э)+	600 (Э)+	1600 (2116)	3,1
	+100	+100		
Получение HCl	4184	4184	4184	3,47
Всего	53 269+ +15 021 (Э)	53 269+ +15 147 (Э)	90 281 (103 739)	119,33

Примечание. Здесь и далее в табл. 10.151—10.158 (Э) — электроэнергия.

Таблица 10.151. Энергозатраты на получение апюминия из глинозема [52]

Этапы	Затраты энергии, кВт·ч/т	Эквивалентное количество энергии угля, кВт·ч/т	Стоимость энергии, долл/т
Подготовка глинозема:			
электричество	204 (Э)	510 (685)	1,02
пар	9947	14 234	14,92
газ	14 228	14 228	11,81
азотная кислота (0,14 т)	300	300	
Электролиз глинозема:			
электролиз	14 000 (Э)	35 000 (47 040)	70
замена электродов	3500	3500	3,5
Всего	29 975+ +14 204 (Э)	65 972 (78 187)	101,5

Таблица 10.152. Энергозатраты на часть современной операций производства стали [52]

	Затраты энергии, кВт·ч на 1 т необработанной стали
Блюминг	12
Слябинг	12
Листопрокатный стан (реверсивный) (30—40)	35
Широкополосный стан	60
Всего	122

Таблица 10.153. Энергозатраты на операции по чистовой обработке [52]

	Затраты энергии, кВт·ч на 1 т необработанной стали
Редукционный стан холодной прокатки	90
Установка по отжигу жести	20
Электролитическое лужение	100
Гальванизационный листопрокатный стан	30
Всего	240

Таблица 10.154. Энергозатраты в процессе производства стали [52]

	Затраты энергии, кВт·ч на 1 т необработанной стали
Добыча и подготовка руды к плавке	527
Комплекс коксовая печь — доменная печь	4357
Мартеновская печь	688
Печь с кислородным дутьем	120
Электропечь	242
Слябинг, блюминг и полосовой стан	410
Чистовая обработка	806
Добавочное потребление кислорода	15
То же, топлива	2030
Всего	

Таблица 10.155. Энергозатраты на производство 1 т чугуна в чушках из различных первичных руд, кВт·ч [изменение свободной энергии Гиббса $\Delta F = -941$ кВт·ч] [52]

	Высокосортный гематит	Магнитный таконит (32,5% Fe, 43% SiO ₂)	Немагнитный таконит (28% Fe, 43% SiO ₂)	Низкосортный гематит (38% Fe, 50% SiO ₂)	Железные латериты (48% Fe, 0,8% SiO ₂)
<i>Добыча и подготовка руды к плавке (до 63% Fe)</i>					
Бурение и взрывные работы	6	6	6	8	8
Открытые горные работы	5 (Э)	5 (Э)	6 (Э)	5 (Э)	3,5 (Э)
Дробление	8 (Э)	11 (Э)	11 (Э)	9 (Э)	7 (Э)
Измельчение	—	53 (Э)	68 (Э)	20 (Э)	20 (Э)
Гравитационное обогащение (включая флотацию)	—	—	15 (Э)	18 (Э)	—
Сушка	—	—	45	60	—
Магнитное обогащение	—	5 (Э)	—	—	4 (Э)
Интенсивное электростатическое или магнитное разделение	—	—	18 (Э)	—	25 (Э)
Обжиг	—	—	—	—	1180
Окомкование	—	233	698	698	698
Разное (удаление отходов, перекатка и т. д.)	9 (Э)	9 (Э)	9 (Э)	12 (Э)	9 (Э)
Всего	22 (Э)+6	83 (Э)+239	126 (Э)+749	64 (Э)+766	69 (Э)+1886
Эквивалентное количество энергии угля	61 (80)	447 (513)	1064 (1172)	926 (981)	2060 (2118)

<i>Химическое восстановление</i>	4209	4209	4209	4209	4209
Доменная печь*	4209	4209	4209	4209	4209
Эквивалентное количество энергии угля					
Электропечь	2200 (Э)+2738	2200 (Э)+2738	2200 (Э)+2738	2200 (Э)+2738	2200 (Э)+2738
Эквивалентное количество энергии угля	8238 (10 130)	8238 (10 130)	8238 (10 130)	8238 (10 130)	8238 (10 130)
<i>Общие затраты энергии</i>					
При обработке в доменной печи	22 (Э)+4215	83 (Э)+4448	126 (Э)+4958	64 (Э)+4975	69 (Э)+6095
Эквивалентное количество угля	4270 (4289)	46 561 (4727)	5253 (5381)	5135 (5190)	6268 (6327)
При обработке в электропечи	2222 (Э)+2744	2283 (Э)+2977	2326 (Э)+3787	2264 (Э)+3504	2269 (Э)+4624
Эквивалентное количество энергии угля	8299 (10 210)	8685 (10 648)	9302 (11 306)	9164 (11 111)	10 295 (12 248)

* Включая энергию коксовальной печи.

Таблица 10.156. Энергозатраты на получение меди из перамчных сульфидных руд, кВт·ч/т [изменение свободной энергии Гиббса $\Delta F = -424$ кВт·ч] [52]

Операции	Затраты энергии на получение меди		Эквивалентные затраты энергии угля	
	1% содержание меди	0,3% содержание меди	1% содержание руды	0,3% содержание руды
Добыча и измельчение: дробление, измельчение, флотация, разное флотационный реагент (эквивалент энергии)	4296	14 320	4296 (5720)	14 320 (19 067)
Выплавка: плавильная печь потребление силиката (эквивалент энергии) потребление известняка (эквивалент энергии)	488+13 (Э)	1627+39 (Э)	521 (532)	1725 (1758)
Рафинирование: печь для рафинирования электролиз	7032+15 (Э) 38 (Э)	7032+15 (Э) 38 (Э)	7070 (7082) 95 (128)	7070 (7082) 95 (128)
	10 (Э)	10 (Э)	25 (34)	25 (34)
	1025	1025	1025	1025
	200 (Э)	200 (Э)	500 (672)	500 (672)
Всего	12 841+276 (Э)	24 004+302 (Э)	13 532 (15 193)	24 759 (29 766)

Таблица 10.157. Дополнительные энергетические затраты на комплексную переработку медьсодержащего сырья [52]

Получаемая продукция	Количество, получаемое на 1 т меди, кг	Общее количество энергии, кВт·ч на 1 т продукта	Эквивалентное количество энергии угля, кВт·ч	
			на 1 т продукта	на 1 т меди
Серная кислота	1125	150	375	469
Золото	0,03	$1,02 \cdot 10^6$	$1,12 \cdot 10^6$	38
Серебро	1,34	$2,33 \cdot 10^4$	$2,54 \cdot 10^4$	38
Селен	0,49	$2,64 \cdot 10^4$	$2,59 \cdot 10^4$	35,8
Теллур	0,1	$3,14 \cdot 10^5$	$3,33 \cdot 10^5$	36,3
Золото *	0,04	$1,17 \cdot 10^6$	$1,24 \cdot 10^6$	56,3
Серебро *	1,33	$3,61 \cdot 10^4$	$3,82 \cdot 10^4$	56,5
Селен *	0,22	$5,2 \cdot 10^5$	$0,99 \cdot 10^6$	244
Теллур *	0,1	$9,21 \cdot 10^5$	$1,64 \cdot 10^6$	191

* Данные взяты из другого источника.

Таблица 10.158. Энергозатраты на получение 1 т меди из первичных руд и вторичного сырья [52]

	Общее количество энергии, кВт·ч	Эквивалент энергии угля, кВт·ч	Стоимость энергии, долл.
<i>Первичные руды</i>			
1% меди	12 841+276 (Э)	13 532 (15 193)	14,22
0,3% меди	24 004+302 (Э)	24 759 (29 766)	25,51
<i>Вторичное сырье</i>			
98% медный лом	254 (Э)	635 (853)	1,18
Лом с примесями:			
предварительная обработка	1025	1025	0,85
потребление кокса, известняка и кальцинированной соды (эквивалент энергии)	30	30	0,04
рафинирование	200 (Э)	500 (690)	1
	1055+200 (Э)	1555 (1727)	1,88

Примечание. Отпускная цена 1 т чистой меди 1200 долл.

Таблица 10.159. Дополнительные затраты энергии на получение побочных продуктов при производстве меди и титана [52]

Побочные продукты	Эквивалентное количество энергии угля, кВт·ч	
	на 1 т побочного продукта	на 1 т меди или титана
<i>Медь</i>		
H ₂ SO ₄	375	469
Золото	1,12 · 10 ⁶	38
Серебро	2,54 · 10 ⁶	38
Теллур	6,59 · 10 ⁴	35,8
Селен	3,33 · 10 ⁵	36,3
<i>Титан</i>		
Цирконий	530—870	400—700
Чугун в чушках	1710—2860	3000—5000

Таблица 10.160. Средние энергозатраты на доставку молока в США [53]

Операция	Энергозатраты	
	на 1 кг отделанной бумаги	на 1 л молока
Лесозаготовка и транспортировка	5657	1099
Переработка на целлюлозных заводах и бумажных фабриках	28934	1021
Транспортировка (1220 км в среднем)	722	26,5
Производство бумажных пакетов	4922	173,5
Транспортировка (460 км в среднем)	361	13,2
Разливка молока	—	3360
Транспортировка (540 км в среднем)	412 (только пакеты)	14,7
Потребление и сбор	—	7,35

Примечания: 1. Затраты энергии на процесс доставки продукта в бумажном пакете 4817 кДж/л (1,89 л, масса бумажного пакета с пластиковым покрытием 0,033 кг/л).

2. Затраты энергии на процесс доставки продукта в стеклянной таре (без вторичной переработки) 3809 кДж/л (обменная бутылка весит 0,9 кг и рассчитана на 33 наполнения).

3. Не включена энергия (1470 кДж/л), расходуемая на подготовку продукта, т. е. гомогенизацию и пастеризацию.

4. Энергия, расходуемая на изготовление бумажного картона из древесины, — 3376 кДж.

Таблица 10.161. Энергозатраты на выпуск безалкогольных напитков в 496-г обменных или одноразовых бутылках, тыс. кДж/м³ [54]

Операция	Бутылка	
	обменная (8 наполнений)	одноразовая
Приобретение сырья	277	1 455
Транспортировка сырья	35	182
Производство тары	2167	11 375
Производство крышек	542	542
Транспортировка к месту разлива	101	531
Разливка	1708	1 708
Транспортировка к розничным торговцам	526	346
Сбор отходов	25	131
Сортировка, возврат на обработку, вторичная переработка (возврат 30%)	308	1 619
Общий расход энергии		
при вторичной переработке	5594	17 650
без вторичной переработки	5382	16 268

Таблица 10.162. Расход энергии на выпуск безалкогольных напитков в 372-г банках [54]

Операция	Энергозатраты, тыс. кДж/м ³
Добыча (2,5 кг руды на 1 кг готовой стали)	440
Транспортировка руды (1 609 км на барже)	157
Производство стали из руды	7728
Алюминиевая крышка (11,9% от общей массы банки)	3371
Транспортировка готовой стали (630 км)	64
Производство банок (4% отходов)	851
Транспортировка к месту разлива (примерно 483 км)	53
Транспортировка к розничным торговцам	1792
Сбор отходов	31
Общий расход энергии на процесс доставки продукта в банках ¹	14 512
Общий расход энергии на процесс доставки продукта в 372-г многократно используемых стеклянных бутылках	4990
Отношение общего расхода энергии в первом процессе к расходу энергии во втором	2,91

¹ При доставке продукта в чисто алюминиевых банках энергии потребляется на 33% больше, чем при использовании биметаллических банок (сталь и алюминий).

Таблица 10.163. Соотношение расхода энергии в различных процессах доставки¹ [54]

Контейнер		Объем	Напиток	Повторное наполнение	Кэффициент расхода энергии
одноразовый	многократно используемый				
Бутылка	Бутылка	496 г	Безалкогольный напиток	15	4,4
Банка	»	472 »	Пиво	15	2,9
Бутылка	»	472 »	»	19	3,4
Банка	»	472 »	»	19	3,8
Бумажный пакет	»	1,8 л	Молоко	33	1,8
Пластмассовый пакет ²	Пластмассовый пакет	1,8 »	»	50	2,4

¹ Отношение затрат энергии на единицу продукта для одноразового контейнера к затратам энергии на единицу продукта для многократно используемых контейнеров без учета процесса переплавки (выброшенные бутылки и банки не возвращаются на переработку).

² Полиэтилен высокой плотности.

тельные данные о затратах энергии на различные процессы показаны в табл. 10.162 и 10.163. Они включают данные об энергии, необходимой для производства стекла, если известна масса бутылки: масса обмениваемой бутылки составляет 373 г, а масса временно используемой бутылки — 245 г.

Хэннон считает, что стоимость энергии, используемой при восстановлении стекла из отходов, гораздо выше, чем стоимость разработки первичных материалов, и, следовательно, с точки зрения энергии процесс вторичной переработки, т. е. переплавки обмениваемых или одноразовых бутылок, не имеет смысла. Энергия экономится только при повторном использовании сосуда, вторичная его переработка нецелесообразна. Гораздо больше энергии (в 60 раз) тратится на приобретение отходов стекла при производстве дорожных материалов для замены изношенных камней. Таковы наблюдения, основанные на анализе энергозатрат предприятия по сортировке городских отходов «Блэк Клоусон», которое потребляет сравнительно много энергии. Если бы в процессе сортировки стекла потреблялось малое количество энергии, возможно, не возникали бы доводы против вторичной переработки стекла. Этот пример свидетельствует о трудности принятия единого решения относительно вторичной переработки материалов. Вторичная переработка либо будет осуществляться, либо нет, в зависимости от экономических условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. M. King Hubbert Energy resource, Resources and man—a study and recommendations. National Academy of Sciences—National Research Council, 1969.
2. Donald A. Brobst and Walden P. Pratt, editors. United States mineral resources. U.S. Department of the Interior, 1973.
3. Randers J. and Meadows. D. The Dynamics of Solid Waste. *Technology Review*, pp. 20—32 (Mar./Apr. 1972).

4. Towards a national materials policy—basic data and issues—an interim report. The National Commission on Materials Policy, Apr. 1972.
5. Arsen Darnay and William E. Franklin. *Salvage Markets—for materials in solid wastes*. U.S. Environmental Protection Agency, report (SW-29c), 1972.
6. Daniel E. Sullivan and Jeanette I. Baker. *Review of the mineral industries*. Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
7. U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census. *U.S. Imports General and Consumption*. FT 135, December 1970, table 1. *U.S. Exports, Commodity and Country*. FT 410, December 1970, table 1.
8. Staff, Office of Technical Data Services. *Statistical summary*. Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
9. W. J. Regan, R. W. James, and T. J. McLeer. *Identification of opportunities for increased recycling of ferrous solid waste*. U.S. Environmental Protection Agency, report (SW-45-d.1), 1972.
10. John W. Stamper. «Aluminum». Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
11. Thomas S. Lovering. «Mineral resources from the land», *Resources and man—a study and recommendations*, National Academy of Sciences—National Research Council, 1969.
12. Max J. Spendlove. *A profile of the nonferrous secondary metals industry*. Proceedings of the second mineral waste utilization symposium, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, March 18 and 19, 1970.
13. Battelle Memorial Institute, Columbus Laboratories. *A study to identify opportunities for increased solid waste utilization*. Book 2, v. 2. U.S. Environmental Protection Agency, 1972. [Distributed by National Technical Information Service, Springfield, Va. as Publication PB 212 730 and quoted in «Report to congress on resource recovery», U.S. Environmental Protection Agency, Feb. 1973.]
14. Charlie Wyche. «Antimony». Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
15. Burton E. Ashley. «Cadmium». Minerals Yearbook 1970, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1972.
16. Robert A. Whitman. «Beryllium», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
17. Charles Wyche. «Bismuth», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
18. Avery H. Reed. «Carbon black», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
19. John L. Morning. «Chromium», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
20. John D. Corrick. «Cobalt», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
21. Joseph A. Sutton. «Columbium and Tantalum», Minerals Yearbook of 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
22. Harold J. Schroeder. «Copper», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
23. J. Patrick Ryan. «Lead», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
24. E. Chin, «Magnesium», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
25. Gilbert L. DeHuff. «Manganese», Minerals Yearbook 1970, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1972.
26. Andrew Kukiis, «Molybdenum», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
27. Horace T. Reno, «Nickel», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
28. Midwest Research Institute. *Economic studies in support of policy formation on resource recovery*. Unpublished data, 1972, given in «Report to congress on resource recovery», U.S. Environmental Protection Agency, Feb. 1973.
29. Eugene T. Sheridan. «Peat», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
30. U.S. Tariff Commission.

31. Chester W. Marynowski. «Disposal of polymer solid wastes by primary polymer producers and plastics fabricators», U.S. Environmental Protection Agency, report (SW-34c), 1972.
32. James B. Stephenson, James L. Holman, and James W. Jensen. «Resource aspects of PVC in urban waste», Proceedings of the third mineral waste utilization symposium, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, Mar. 14, 15 and 16, 1972.
33. Francis C. Mitko. «Platinum-group metals», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
34. Pajalich Walter. «Sand and gravel», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
35. Edison Electric Institute.
36. Howard K. Eggleston. «The successful utilization of iron and steel slags», Proceedings of the second mineral waste utilization symposium», U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, Mar. 18 and 19, 1970.
37. J. R. Welch. «Silver», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
38. F. E. Brantley, «Iron and Steel», Minerals Yearbook, 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
39. Harold J. Polta. «Iron and steel scrap», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
40. Charles Prasky. «New developments in use of ferrous scrap», Proceedings of the second mineral waste utilization symposium, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, Mar. 18 and 19, 1970.
41. Dean K. C., Chindgren C. J. and Sterner J. W. «Research on processing systems for automotive materials», Proceedings of the second mineral waste utilization symposium, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, Mar. 18 and 19, 1970.
42. Roland W. Merwin. «Sulfur and Pyrites», Minerals Yearbook 1970, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1972.
43. V. Anthony Cammarota, Jr. «Tin», Minerals Yearbook 1971, Vol. U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
44. Frank E. Noe, «Titanium», Minerals Yearbook, 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
45. Richard F. Stevens, Jr. «Tungsten», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
46. Harold A. Taylor, Jr. «Vanadium», Minerals Yearbook 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
47. «Technical-economic study of solid waste disposal needs and practices», Bureau of Solid Waste Management, U.S. Department of Health, Education and Welfare, report (SW-7c), 1969.
48. John M. Harkin. «Uses for sawdust, shavings, and waste chips», U. S. Department of Agriculture, report FPL-0208, Nov. 1969.
49. Albert D. McMahon. «Zinc», Minerals Yearbook. 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
50. Sarkis G. Ampian. «Zirconium and hafnium», Minerals Yearbook, 1971, Vol. 1, U.S. Bureau of Mines, Department of the Interior, 1973.
51. L. I. Anderson. *Bur. Mines Inf. Circ. 8549 (1972)*, p. 13.
52. J. C. Bravard, H. G. Flora, II and Charles Portal, «Energy expenditures associated with the production and recycle of metals», Oak Ridge National Laboratory—National Science Foundation RANN program, report ORNL-NSF-EP-24, Nov. 1972.
53. Bruce M. Hannon. «System energy and recycling: a study of the beverage industry», department of general engineering and center for advanced computation, University of Illinois, Dec. 1971.
54. Bruce M. Hannon. «Bottles, cans energy», *Environment*, 14 (no. 2), Mar. 1972.

ГЛАВА 11 ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ЛЕСОВОДСТВА

11.1. Переработка отходов животноводства

С. А. Харт, Дж. Н. Ньюхол

На фермах во время откармливания «мясных животных» на каждый килограмм будущего бифштекса или шницеля приходится 2,5 кг навоза. Цыплята значительно «продуктивнее»: они дают 3,6 кг навоза на 1 кг мяса, но куриный навоз содержит большее количество нитратов и сильнее загрязняет окружающую среду. На бойнях на каждый килограмм мяса, поступающего потребителю, приходится полкилограмма отходов (шкура, перо, потроха и т. д.). При выращивании фруктов, овощей, хлеба десятикратное количество отходов приходится на продукты, которые попадают на прилавки рынков. Даже в том случае, когда продукт свежий, с отходами теряется от 25 до 100% его массы.

При валке леса кроме деловой древесины образуется равное по массе количество отходов в виде пней, обрубков деревьев, веток, которые остаются в лесу. Отходы лесопиления (кора, опилки, горбыли и т. д.) составляют 50% товарного материала. Если древесина идет на изготовление бумаги, столько же отходов остается в лесу. На изделие из дерева или бумагу приходится 40% дерева из леса, а 60% составляют отходы, большая часть которых используется для различных целей, в том числе идет на топливо.

К отходам сельского хозяйства относятся отходы животноводства (навоз и мертвые животные); отходы от уборки урожая; пестициды и химические удобрения, а также материалы их упаковки; сточные воды; почва, которая выветривается или сдувается с земли; минеральные соединения и соли, которые концентрируются в грунтовой воде; фекальные отходы населения в сельской местности.

Эта книга о переработке твердых отходов, поэтому не все категории сельскохозяйственных отходов будут здесь рассмотрены. По вопросам переработки сточных вод, очистки грунтовых вод, эрозии почвы мы рекомендуем читателю обратиться к другим изданиям.

11.1.1. Навоз и другие отходы животноводства

Некоторые статистические данные об отходах животноводства представлены в табл. 11.1. Суточное количество навоза действительно велико. Если сконцентрировать его в одном месте, то площадь поверхности, равная квадратному километру, покроется слоем толщиной 0,45 м, а если его равномерно распределить по всей поверхности континентальной части территории США, слой будет толщиной 0,003 см, т. е. меньше ежедневной нормы выпадения пыли в некоторых промышленных городах. В действительности навоз не концентрируется в одном месте и не распределяется по всей поверхности, но то небольшое в процентном отношении количество его, которое отчасти концентрируется, создает серьезную проблему загрязнения окружающей среды.

Некоторые сведения о физико-химических свойствах навоза представлены в табл. 11.2. Указанные в табл. 11.2 значения относятся к перечисленным в таблице животным. Изменения в характере кормления или индивидуальные особенности животных сказываются на свойствах навоза.

Таблица 11.1. Отходы животноводства в США

Вид животного	Число животных	Объем навоза (моча + фекалии) 10^{-3} м^3 на животное в сутки *	Общее количество навоза, $\text{м}^3/\text{сут}$	Объем навоза на душу населения ***, 10^{-3} м^3
Молочные коровы, в том числе телята и нетели	12 445	31,1	383 000	1,68
Крупный рогатый скот, в том числе племенные животные, телята	102 123	20,7	2 116 000	10,08
Свиньи, в том числе племенные свиньи любого возраста	67 560	4,2	284 000	1,4
Овцы, в том числе ягнята и племенные животные	19 560	2,5	49 300	0,28
Яйценосные куры и молодки	443 000	0,18	82 000	0,28
Бройлерные куры *	2 983 811	0,06	32 000	0,28
Индюки **	115 723	0,42	20 000	0,14
Итого			2 966 300	14,14

* Объем отходов на одно животное в сутки — среднее количество навоза от молодняка и взрослых особей. Среднее количество соответствует среднему значению БПК₅ для человека — 0,07 кг на человека в сутки.

** Количество бройлерных кур и индюков в год. Бройлерные куры живут 10 недель, таким образом приблизительно их насчитывается около 600 млн. Количество индюшек колеблется от 20 млн. (минимальное число после зимних праздников) до 100 млн. (поздним летом).

*** Количество навоза на душу населения приведено с учетом того, что население США составляет 210 млн. чел. Данные о количестве животных взяты из Statistical Abstracts of the United States, 1971; U.S. Government Printing Office.

Данные о количестве навоза — из резюме статей в «Management of Farm Animal Wastes» American Society of Agricultural Engineers publication SP-0366, 1966.

Первый аргумент, который всегда выдвигается в защиту применения навоза, сводится к тому, что навоз представляет собой ценное удобрение. Действительно, он содержит такие необходимые компоненты удобрения, как азот, фосфор, калий, а также органические составляющие. Но количество их не слишком велико: даже куриный навоз, который содержит 9,5% удобрения, не идет в сравнение с промышленным удобрением. Это значение приводится для сухого навоза: любое количество влаги намного снижает содержание удобрения. Поэтому навоз влажностью от 50 до 80% не следует перевозить на большие расстояния. В навозе содержится много органических составляющих, но тем не менее фермеры почти всегда вводят органические соединения в виде отходов от уборки урожая.

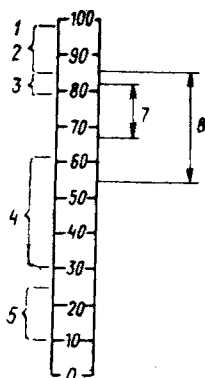
Известно, что приусадебные участки земли дают высокие урожаи, хотя для удобрения почвы здесь применяют навоз, но и в этом случае стоимость навоза редко бывает равноценна степени использования его.

Таблица 11.2. Характеристики навоза¹

Вид животного	Общий объем навоза, 10^{-3} м ³ /сут	Общая влажная масса навоза, кг/сут	Содержание твердых компонентов, % от влажной массы	Летучие твердые компоненты, % от общего твердого количества	БПК ₅ кг/животное в сут	«Коммунальный эквивалент», отнесенный к фекальным сточным водам	Удобряющие составляющие, % от общего количества навоза		
							N	P	K
Молочная корова (массой 544,4 кг)	30,8	31,8	21	80	0,69	12	1,1	1,2	2,6
Рогатый скот (массой 363, 2 кг)	20,7	22,7	20	78	0,46	10	0,9	1,2	2,5
Свинья массой 45,4 кг)	4,2	4,5	25	82	0,14	2,5	0,7	1,8	3
Овца (массой 37,2 кг)	2,52	2,7	35	—	—	—	—	3,2	—
Яйценосная курица (массой 2,27 кг)	0,19	0,18	20	76	0,007	0,1	3,2	4,2	2
Лошадь	23,8	25	20	—	—	—	—	0,7	—

¹ Главный источник информации для этой таблицы: Loehr, R. C. «Pollution implications of animal wastes—a forward-oriented review». U.S. Environmental Protection Agency, Robert S. Kerr Water Research Center, Ada, Oklahoma special publication, 1968.

Рис. 11.1. Влияние влажности коровьего навоза на размножение мух



В начале 1960-х г., когда исследования по переработке навоза находились в начальной стадии, определяли биохимическую потребность кислорода в течение 5 сут (БПК₅) и затем сравнивали с 77,1 г БПК₅/сут стандартных фекальных сточных вод. В результате был назван «коммунальный эквивалент», который позволяет оценить степень загрязнения водоемов или сточных вод очистных сооружений навозом животных в зависимости от того, попадает ли он в водоемы или в канализацию. Однако фекальные отходы обычно попадают в канализацию, между тем навоз домашних животных редко удаляется аналогичным образом.

Подобно фабрике, которая неумышленно (или преднамеренно) сбрасывает токсичные отходы в реку или канализацию, нередко стоки с пастбищ, молочных ферм попадают в реки и являются серьезным источником загрязнения. Крайне необходимо, чтобы меры безопасности применительно к отходам животноводства планировались столь же естественно, как к отходам промышленности. Таким образом, хотя и говорят о «коммунальном эквиваленте» навоза, сравнивать его с коммунальными отходами можно только в очень ограниченных пределах.

Переработка сельскохозяйственных отходов, в том числе и навоза, — одна из серьезных современных проблем. Если навоз хранится неподобающим образом, происходит интенсивный процесс размножения мух (рис. 11.1). Предупредить его можно либо путем разбавления навоза водой, либо высушивая (обезвоживая) его. Результаты исследований составляющих навоза, которые дают запах [1, 2, 3, 4], показывают, что это летучие органические соединения аммония, азота и серы. Однако на практике важнее знать, не какие соединения дают запах, а как избавиться от него. При разбавлении водой содержимого отстойников или при сушке его подавляется биологическая активность пахнущих соединений.

В засушливых районах в большом количестве образуется навозная пыль, которая загрязняет воздух. Чтобы предотвратить ее возникновение, нужно чаще чистить загоны, разбрызгивая воду или химические вещества, и распределять животных на площади загона с расчетом 600 кг массы их на 1 м² площади загона.

Основные принципы утилизации отходов. Утилизация любых отходов предусматривает хранение, сбор, транспортировку, переработку и возвращение в окружающую среду. Цель всех процессов переработки отходов состоит в том, чтобы полностью вернуть материалы отходов в окружающую природу без нанесения ей какого-либо ущерба: сточные воды, прошедшие очистку на очистных сооружениях, попадая в реки, не загрязняют их; отходящие газы тепловых электростанций и других предприятий, прошедшие через скрубберы, не загрязняют атмосферу; твердые отходы перерабатываются до такого конечного продукта, который оказывает положительное воздействие на окружающую природу. Извлечение ценных компонентов, компостирование, сжигание с выделением тепла, даже закапывание в землю делаются для того, чтобы «вернуть» муниципальные отходы окружающей среде.

Имеются две причины существования проблемы переработки навоза. Первая связана со временем: животные производят навоз ежедневно, а вывозить на поля его можно только в определенное время года. Навоз нужно собирать, транспортировать, хранить и перерабатывать до тех пор, пока его можно будет без вреда вернуть окружающей природе. Из этого вытекает вторая причина существования проблемы: навоз является таким малоценным товаром, что капиталовложения и затраты, связанные с хранением и переработкой его, должны быть минимальными. Самое дешевое место для хранения навоза — это загон, где навоз и образуется.

11.1.2. Откармливание мясных животных

Обычно мясные животные интенсивно набирают свой вес в последние 4—5 мес своей 15—18-месячной жизни. В этот период они достигают наибольших размеров и дают около половины всего производимого навоза, т. е. около $18,6 \text{ м}^2$ (приблизительно комната площадью $4,2 \times 4,2 \text{ м}$).

Как видно из табл. 11.1, из 102 млн. мясных животных в США в стадии откармливания ежедневно находится около 30—40 млн. В 1972 г. самое большое место откормки было в Колорадо, где стадо состояло из 200 тыс. голов. В США имеется более 1000 мест, где откармливаются стада, состоящие из 1000 и более голов. Места откормки обычно очищают с помощью большегрузных машин и мусоросборников. Однако в дождливое время делают «навозные кучи» в каждом загоне, что позволяет обеспечить животным сухое пространство.

Второй вид отходов при откармливании животных — это сточные воды, которые образуются во время и после дождя. Решением проблемы стоков является применение резервуаров для сбора вод, стекающих во время сильных дождей с мест откармливания животных. Срок службы этих резервуаров рассчитан на 10—25 лет.

Собранную воду удаляют из резервуара двумя способами: либо используют ее для орошения полей, либо очищают. Контроль очищенной воды осуществляют путем определения БПК₅. Опыты показывают, что сточная вода, стекающая с орошаемых полей, значи-

тельно чище, чем та, которой их поливают, и она не загрязняет водоемы и реки. По существу, поля, орошаемые водой из резервуаров, служат очистным фильтром.

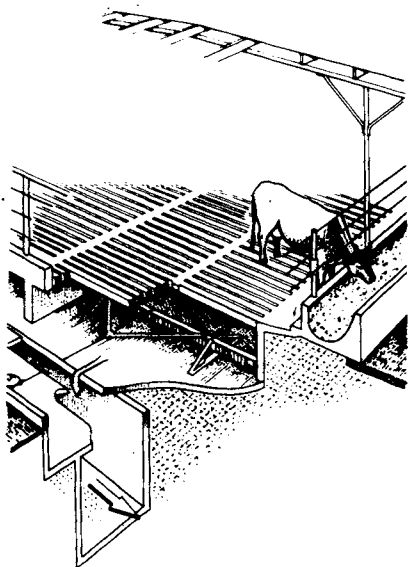
При откармливании животных образуются и такие отходы, как мертвые животные, вода от очистки поилок, испорченный корм и т. д. Иногда туши мертвых животных лежат по нескольку дней до уборки и служат источником запаха и размножения мух, что представляет серьезную опасность для окружающей среды. Переработка воды после очистки поилок, настилов и т. д. не вызывает трудностей. Но поскольку объем такой воды невелик, переработке не придают серьезного значения, в результате чего эта вода стекает в низменные места, а оттуда может попадать в реки и служить источником их загрязнения. Некоторые фермеры применяют полумеры: собирают ее в маленькие отстойники, где она должна бы проходить обработку, но вместо этого они служат местом размножения комаров.

Ничего определенного нельзя сказать о переработке навоза, поступающего с мест откормки. Как отмечалось ранее, приблизительно 90,8 кг, или 0,14 м³ навоза от одного животного в месяц, удалялось, в то время когда животных отправляли на рынок (этот навоз почти полностью идет на удобрение полей). Однако опять возникает проблема со временем. Не всегда в период очистки загонов можно вывозить навоз на поля. Как ни заманчиво использовать его для удобрения полей, значительно дешевле покупать промышленные удобрения, чем хранить навоз, а затем использовать его в качестве удобрения, так как он служит местом размножения мух, источником запаха; сточные воды, стекающие с него после дождя, загрязняют водоемы. Фермеры считают, что надо говорить не о «навозе для земли», а о «земле для навоза». Поэтому некоторые из них в течение года предпочитают не засеивать часть земель, а использовать эти поля для внесения навоза в почву.

Большая часть исследований по этому вопросу проводилась и проводится в Техасе, где на 1 га земли вывозят 2200 т полусухого навоза. Примерно 1 га земли может служить местом удаления навоза от 1900 животных в год. Слой навоза от 30 до 38 см запахи-вают в землю тяжелыми тракторами на глубину примерно 0,76 м. После того как поле засевают, первые год или два урожай бывает значительно ниже обычного из-за солевых добавок (животных кормят высокосоленым кормом), а также из-за нарушения азотного баланса от внесения в почву навоза. В последующие годы урожай приходит в норму или возрастает.

Разрешению проблемы переработки отходов животноводства значительно способствует содержание животных в процессе откармливания под навесами на специальных настилах (рис. 11.2). При этом сточные воды не попадают в навоз. Однако большая часть мест откормки имеет мало канав для сбора навоза. При устройстве настилов необходима площадь 1,85 м² на одного животного (приблизительно 1 : 10 по сравнению с содержанием животных в обычных загонах), поэтому количество воды, которую нужно пе-

Рис. 11.2. Разрез загона с настилами с указанием способа удаления навоза



перерабатывать, значительно уменьшается. Довольно жидкий навоз легко удаляется из-под настила один или два раза в день (см. рис. 11.2). Обычно удаляется 18,9 л (или 18,16 кг) жидкого навоза на одно животное в день. Лучше всего вывозить его на ближайшее поле или на специально отведенную площадь.

Однако из-за влажности почвы во время и после дождей осуществлять это трудно, и большинство фермеров, использующих специальные настилы, хранят не нашедший применения навоз в резервуарах. Была сделана попытка перекачивать навозную жижу через систему орошения, чтобы поливать землю круглый год. И хотя трубы оросительной системы подвергались коррозии, тем не менее этот метод удаления навоза признан удовлетворительным.

В настоящее время создана технология, позволяющая решить задачу переработки отходов животноводства, но, к сожалению, стоимость ее очень высокая.

11.1.3. Молочное хозяйство

Проблемы переработки отходов молочных ферм связаны с необходимостью поддерживать исключительную чистоту технологических линий. Расход воды для уборки составляет от 277 до 378,5 л на корову в день.

На большинстве ферм коров доят 2 раза в день, приблизительно через 12 ч, после чего им обязательно дают корм, преимущественно концентраты (гранулы, овощной протеин, минеральные соли и витаминные добавки). Корова должна съедать 6,8 кг сена или такое же количество по сухому весу кормовых трав до следующего доения. Это количество пищи обычно она съедает за 2 ч. В течение 4—6 ч пища пережевывается и попадает в желудок и кишечник. После сна коров отводят в специальное место, где их моют с помощью шланга, а на больших фермах — под вращающимся душем, после чего ведут в стойла и доят.

Главной проблемой на молочных фермах является переработка сточной воды, которая всегда содержит навоз. На многих фермах применяют отстойник для одновременной очистки воды, поступающей с молочных ферм, и сточных вод загонов после дождей.

Сточную воду обычно удаляют разбрызгиванием по поверхности земли. Однако не все фермеры, которые содержат в коровниках коров, имеют достаточно земли для удаления сточных вод методом разбрызгивания; в этом случае приходится применять «желобной метод» удаления стоков. Иногда сточные воды сбрасывают в канализацию, тогда можно считать молочную ферму настоящей фабрикой, а не сельским предприятием. При этом важно знать не только объем стоков, попадающих в канализацию, но и степень их загрязненности в переводе на «коммунальный эквивалент» (см. табл. 11.2). На молочных фермах при очистке стоков извлекается максимально возможное количество твердого навоза и сбрасывается только процеженная сточная вода.

Можно сделать вывод, что переработка отходов животноводства не является неразрешимой проблемой, хотя это трудный и дорогостоящий процесс.

Примерно также перерабатываются отходы с птицеферм, свиноферм и т. д. Постоянно образуются сухой и полусухой навоз, а также сточные воды от различных водоочистных операций на фермах и от дождей. Всегда желательно удалять жидкие отходы отдельно от твердых.

11.1.4. Навозные отстойники

В конце 1950-х и начале 1960-х гг. для переработки навоза стали применять отстойники глубиной 91,4 см и площадью поверхности 1,4 м². Навозные отстойники служат для хранения и биостабилизации органического материала, а канализационные — для хранения, переработки и очистки воды. По данным многих специалистов [14, 15, 16], навозные отстойники позволяют перерабатывать и хранить отходы животноводства с учетом существующих стандартов для навозных отстойников (табл. 11.3).

Зловоние — самый большой недостаток этого метода переработки и, по существу, главная причина очистки отстойников. Имеются три способа уменьшения частоты очистки отстойников:

1) применять отстойники большей вместимости;

2) отстойники использовать только в такое время года, когда сточные воды и навоз нельзя распределять по поверхности земли. Причем содержимое отстойников следует подвергать механической аэрации, что позволит уменьшить распространение резких запахов. Некоторые характеристики механической аэрации выгружаемых отстойников приведены в табл. 11.3.

Анаэробные и механически аэрируемые навозные отстойники должны быть глубиной 2,44—3,05 м (отстойники глубиной 3,7—6,1 м тоже работают вполне удовлетворительно). Очень важно, чтобы отстойники не пропускали воду и загрязненная вода не фильтровалась в грунтовые воды. Стенки и дно отстойников могут быть

Таблица 11.3. Рекомендуемые конструкции навозных отстойников

Вид животного	Отстойник				
	анаэроб- ный, м ³ /кг массы живот- ного ²	простой		механически аэрируемый	
		м ³ /кг массы живот- ного	число живот- ных ² на 1 га	м ³ /кг массы живот- ного	число живот- ных на 1 рН аэрации
Мясное и молочное	0,12	0,18	30	74	30
Свиньи	0,12	0,24	50	123	160
Куры	0,12	0,3	3000	7407	3000

¹ Молочные коровы и яйценосные куры дают высокие весовые константы; это следует учитывать при проектировании размера отстойника.

² Глубина отстойника должна быть в пределах 0,9—1,5 м.

герметизированы с помощью бентонитовой глины в смеси с отходами цемента или синтетической пленкой. Даже не имеющие покрытия отстойники плохо фильтруют воду, так как твердый навоз и биологический осадок уменьшают скорость фильтрации. Однако значительное загрязнение грунтовых вод происходит до того, как образуется естественное покрытие.

Механическая аэрация производится двумя способами: с применением современных аэраторов для обычных отстойников или специального оборудования, часто называемого «окислительной канавой». Характеристика ее не вполне соответствует данным, указанным в табл. 11.3. Наиболее приемлема конструкция, в которой на 1,85 м³ вместимости канавы приходится 1 г БПК₅ груза в сутки, глубина воды в канаве не больше 91,4 см; гребной окислитель создает скорость протекания воды от 30,4 до 45,7 см/с.

Навозные отстойники и окислительные канавы находят достаточно широкое применение. Однако они не решают проблемы переработки твердых отходов, хотя и позволяют перерабатывать сточные воды. Нельзя чистую или слегка загрязненную воду смешивать с навозом, сливать эту смесь в отстойники и обрабатывать с целью отделения чистой воды от твердого вещества. Навозные отстойники не работают по правилу «вода без навоза и навоз без воды».

11.1.5. Другие методы переработки навоза

Складирование навоза — самый дешевый метод его переработки, который можно рекомендовать в том случае, если не загрязняется окружающая природа. Как уже говорилось, при неправильном хранении навоза возникает тяжелый запах, создается среда для размножения мух, загрязняются грунтовые воды. Поэтому навоз рекомендуется сушить или компостировать перед складированием.



Рис. 11.3. Вращающийся разрыхлитель для аэрации и сушки птичьего помета

Применяют два метода сушки навоза: искусственный и естественный. При искусственной сушке экономится время, но этот метод имеет больше недостатков, чем преимуществ. Поскольку свежий навоз содержит 20% твердых отходов и 80% воды, то из 1 т влажного навоза получается не более 0,22 т сухого. Расходы на обслуживание, амортизацию оборудования, эксплуатацию велики и общая себестоимость сушки равна 400 долл., а цена 1 кг сухого навоза 16 долл. Кроме того, при этом способе сушки выделяется сильный запах и загрязняется воздух. Конечно, можно использовать горелки для сжигания окисляемых летучих компонентов навоза, дающих запах, но от этого процесс будет стоить еще дороже.

Наилучший способ переработки навоза — ускорение его естественной сушки, как это делается на некоторых птицефабриках Калифорнии. На рис. 11.3 показан типичный вращающийся разрыхлитель навоза. Применение этого способа возможно при наличии свободных площадей в сухое время года.

Другой метод переработки навоза — компостирование — имеет больше сторонников. После первых опытов использования вращающегося барабана для компостирования стали применять машины, оснащенные тяжелыми вращающимися барабанами с лопастями. Эта последняя модель машины стоит дорого, но у нее наибольшая производительность. При компостировании навоз не исчезает, но уменьшается в объеме, высыхает, снижается БПК₅, он становится безвредным и более удобным для внесения в почву.

Таким образом, в настоящее время существуют способы переработки навоза, которые позволяют не загрязнять окружающую природу. Они недорогие. Разработаны технология и оборудование

для переработки отходов. Можно предположить, что в дальнейшем проблема переработки навоза будет находиться под лучшим контролем.

11.1.6. Переработка отходов, образующихся при уборке урожая

Практически используется только небольшая часть сельскохозяйственных культур; стебли, листья, корни и т. д. становятся отходами. После сбора урожая фермеры обычно запахивают их в верхний слой земли (табл. 11.4). При сборе урожая образуется настолько много отходов, что о них стоит говорить.

Таблица 11.4. Отходы, образующиеся при уборке урожая, и методы переработки этих отходов

Культура	Объем типичного урожая, т/га	Количество отходов, т/га	Способ переработки
Полевые культуры помидоры, сахарная свекла, картофель	49,4 (влажные)	74 (влажные) или, как минимум, 7,4 (сухие)	Отбракованные плоды, а также ботву, листья, стебли запахивают в землю
соя, хлопок, сафлор	3,7	4	Сухие части растения измельчают и запахивают в верхний слой почвы
Овощи (для рынка)	12,3—74	От 3,7 : 2,5 до 9,9 : 2,5	Зеленые части растения не убирают, а запахивают в верхний слой почвы, иногда собирают для компостирования
Садовые фрукты	12,3—37	4,9	Обрезанные ветви сжигают, листья, отбракованные фрукты компостируют на поверхности
Рис, пшеница, другие зерновые	7,4	8,6	Солому запахивают в землю или сжигают
Семенные травы	9,9	13,1	Высушенные стебли обычно измельчают и запахивают
Хлопок	1,23	3,7	Высушенное растение измельчают и запахивают в верхний слой почвы
Сахарный тростник	148 (влажный)	99 (сжигаемый)	Листья сжигают перед сбором урожая, тростник собирают и выжимают, затем сжигают на заводе, отходы на поле измельчают и запахивают в верхний слой почвы

Как видно из табл. 11.4, некоторые отходы можно переработать, запахивая их в верхний слой почвы. Возникает вопрос, какова стоимость переработки отходов или подготовки земли к следующему посеву. Себестоимость переработки отходов методом запахивания в верхний слой почвы обычно составляет от 12 до 37 долл. на 1 га площади, и, можно сказать, что это соответствует себестоимости подготовки земли к посеву.

В естественном черноземе органические вещества находятся в равновесии: отношение углерода к азоту обычно составляет от 10 : 1 до 20 : 1, т. е. по структуре чернозем стабилен и оказывает благотворное влияние на структуру и плодородие почвы. Когда отходы от уборки урожая запахиваются в землю, баланс нарушается, и необходимо время для восстановления равновесия. В большинстве отходов от уборки урожая соотношение углерода и азота колеблется от 40 : 1 до 80 : 1, т. е. отходы богаче углеродом и беднее азотом, чем равновесный чернозем.

Отходы от уборки урожая ухудшают биологические свойства чернозема, однако этот процесс не мгновенный, и общее химическое и атмосферное равновесие изменится в процессе усвоения отходов и превращения их в чернозем. Фермер должен добавить азот (внести удобрение), чтобы соотношение углерод : азот снова соответствовало от 10 : 1 до 20 : 1, иначе почвенная микрофауна и микрофлора будут биологически «сожжены» избытком углерода. Иными словами, в течение периода биостабилизации почва не будет оптимальной средой для выращивания нового урожая.

Известно несколько методов, позволяющих предотвратить нарушение почвенного равновесия: сразу же, после уборки урожая, запахивать отходы в землю, чтобы до следующего сева прошло достаточно времени; либо вносить удобрение, чтобы ускорить восстановление азотного равновесия (этот метод имеет недостаток: в результате ранней вспашки, наступления сезона дождей, чередования заморозков и оттепелей возникает опасность эрозии почвы).

Сжигание — один из методов переработки отходов от уборки урожая. При этом лучше, чем биологическим путем, в почве происходит термическое превращение избытка углерода в углекислый газ. Зола, которая образуется после сжигания, включает все компоненты, содержащиеся в свежих отходах, кроме углерода и азота. Ее можно вносить в почву с меньшими затратами средств и усилий, при этом не нарушается азотный баланс почвы, не возникает недостаток кислорода в поверхностном слое. Однако в процессе сжигания отходов происходит сильное загрязнение воздуха (например, на полях сахарной свеклы Гавайи и Луизианы, на рисовых плантациях Калифорнии, на полях семенных трав в Орегоне, пшеничных полях вокруг Вашингтона и в других местах).

Сжигание отходов в передвижных печах позволяет избежать этого недостатка (рис. 11.4), причем удаление углерода (и азота) происходит в контролируемом пространстве, что позволяет уменьшить загрязнение воздуха. В настоящее время такое сжигание возможно только на полях ценных семенных трав Орегона, но прово-



Рис. 11.4. Экспериментальная передвижная полевая печь для сжигания соломы с минимальным загрязнением воздуха

дятся эксперименты по переработке таким способом отходов пшеницы.

Однако имеется лучший и потенциально более удобный метод переработки отходов после уборки урожая, чем сжигание, — это «сбор для последующей обработки». До применения комбайнов при уборке зерновых культур фермеры жали растения, связывали снопы, делали копны или скирды, а затем отвозили их на молотилки. В Средней Америке в XIX в. использовали паровые молотилки, а солому сжигали для образования пара. И в настоящее время желательно после уборки зерна комбайном делать копны из соломы. Для транспортировки и погрузки копен отходов можно было бы использовать мощный колесный погрузчик.

Собранную солому можно перерабатывать и использовать для различных целей: сжигать таким способом, чтобы загрязнение атмосферы было минимальным; компостировать, превращая в искусственный чернозем; использовать в качестве сырья для производства бумаги (это исследование имеет будущее, но себестоимость переработки пока что высока); применять для производства продуктов питания (проводится гидролиз соломы для получения лигнина и пищевой клетчатки, целлюлозы), или для таких химических процессов, как производство фурфурола. Проще всего складывать солому, в копны. Поскольку в ней всегда остается достаточно зерен, в копнах выют гнезда и домашние, и дикие птицы.

11.1.7. Переработка пестицидных контейнеров

Ежегодно в США используется 550 млн. т пестицидов. Фермеры расходуют приблизительно 60% этого количества, остальной объем потребляется промышленностью, на приусадебных участках, в парках, на газонах вдоль скоростных дорог. Характеристики пестицидов приведены в табл. 11.5.

Таблица 11.5. Основные виды пестицидов, выпускаемые в США, 1970 г.

Пестициды	Используемое количество, млн. кг	Характеристики
Инсектициды: хлорированные углеводороды	75	Большинство хлорированных соединений имеют среднюю токсичность для человека. Поражают центральную нервную систему насекомых при проглатывании. Имеют значительный период полураспада от нескольких недель до нескольких лет (для ДДТ)
органические фосфаты	74	Большинство очень токсичны для человека. Убивают насекомых как при инъекции, так и при абсорбции, поражают нервную систему. Период полураспада от нескольких дней до нескольких недель
карбаматы	31	Оказывают среднее и сильное отравляющее действие на человека, убивают насекомых и поражают центральную нервную систему. Период полураспада от нескольких дней до нескольких недель
Гербициды	194	В основном не очень токсичны для человека, большинство убивает растения, нарушая обмен веществ. Период полураспада — дневное время, отравляющее действие оказывают несколько суток
Фунгициды	67	Тяжелые металлы токсичны для человека. Подавляют рост грибков. Сера не токсична для человека

Пестициды подразделяются на инсектициды, гербициды и фунгициды, а также на бактерициды, родентициды и другие соединения, которые используются для специальных целей. Фермеры применяют пестициды для защиты посевов от насекомых, болезней, сорных трав. К сожалению, пестициды не разрушаются ко времени уборки урожая. Следы их, содержащиеся в продуктах, земле, воздухе, можно назвать твердыми отходами.

С пестицидами связана сложная проблема удаления пустых контейнеров, в которых они транспортируются. После использова-

ния пестицидов необходимо избавляться от упаковки. Переработка отходов от пестицидов — не очень простая задача, поскольку часто в бумажных мешках, стеклянных бутылках и металлических бидонах и банках остается значительное количество токсичных веществ.

В 1968 г. в Калифорнии использовалось следующее количество упаковки для пестицидов:

<i>Вид контейнера</i>	<i>Количество контейнеров, тыс. шт.</i>
Бочки вместимостью:	
208 л	8
114 »	98
Металлические банки вместимостью от 4 до 19 л	346
Бумажные мешки	3239
Другие бумажные и картонные контейнеры	8
Стеклянные бутылки	91
Пластмассовые банки	81

Она была наполнена таким количеством пестицидов, которое составляло 20% производства пестицидов в США. Очень часто практика переработки отходов подобного вида совершенно неудовлетворительна. При сжигании пустых мешков и картона на открытом воздухе недостаточно тепла для разложения большей части остатков пестицидов, они только испаряются в атмосферу, загрязняя воздух.

Сбрасывать бидоны, банки и бутылки в кучу также недопустимо. Многие пестициды, медленно разлагаясь, загрязняют грунтовые воды и землю.

Фермеры обычно нанимают специалистов для внесения удобрений, применения пестицидов, уборки урожая и даже культивации; должны привлекаться специалисты и к сбору отходов. В городах и промышленных центрах обычно нанимают рабочих, которые собирают и перерабатывают отходы; возможно, подобным образом следует поступать и в сельском хозяйстве. Разница состоит в том, что, нанимая специалистов для внесения удобрений или уборки урожая, фермер платит с готовностью, так как это способствует увеличению урожая, но платить за переработку пустого пестицидного контейнера фермеру не выгодно с точки зрения бизнеса.

Промышленность, занимающаяся производством пестицидов, заинтересована в решении этой проблемы, в связи с чем изучалась возможность повторного использования контейнеров, но до настоящего времени пока не принято удовлетворительного решения. Даже для пива и безалкогольных напитков удобнее и выгоднее использовать разовую упаковку, не говоря уж об упаковке токсичных веществ, таких, как пестициды. Кроме того, очистить контейнер и гарантировать чистоту пустого контейнера очень трудно, а переработка воды, загрязненной пестицидами, создает дополнительные трудности.

Проблема переработки упаковки от пестицидов в сельском хозяйстве еще не решена. Намечается определенный прогресс по сравнению с серединой 1960 г., когда почти никакого внимания не уделялось переработке пустых банок и мешков. Решить проблему переработки пестицидных контейнеров можно только путем создания специальных ограничений и законов.

11.1.8. Бытовые отходы

До 1970 г. единственным способом переработки газет, кухонных отходов и других обычных бытовых отходов было сбрасывание их в мусорные бачки и сжигание. Одни пищевые отходы использовали для корма цыплятам, другие просто сжигали или закапывали.

В настоящее время сжигание на открытом воздухе запрещено или будет запрещено даже в сельской местности. Таким образом, становится реальным сбор отходов и в сельской местности. Для этого могут использоваться мусорные машины, объезжающие фермы или станции по переработке отходов, куда фермеры привозят отходы. Отсюда их будут удалять сборщики отходов округа. Организация переработки бытовых отходов в сельской местности не является трудной технической проблемой.

11.2. Удаление лесных отходов

Дж. Н. Ньюхол

Твердые отходы, которые обычно являются побочными продуктами или образуются при использовании лесоматериалов, подразделяются на две большие группы: отходы лесоразработок, а также лесопиления или деревообработки. Но прежде чем рассмотреть проблемы, связанные с удалением этих отходов, коснемся вопросов «утечки древесины», чтобы дать представление о взаимосвязи всех твердых отходов леса с их удалением и влиянием на изменение природы. Под «утечкой» подразумевается разрушение деревьев пожарами, насекомыми и болезнями. Изъятыми считаются деревья, использованные человеком для своих нужд: это бревна, древесина, используемые для производства бумаги, а также многослойной и однослойной фанеры; это новогодние елки; это бревна, которые идут для шахтных креплений, и т. д. Очистка земли для скоростных дорог, линий электропередач, водохранилищ, городов ежегодно приводит к значительной вырубке леса; к сожалению, лишь незначительное количество его находит применение. Некоторые из тысяч деревьев, погибающих ежегодно от пожаров, насекомых и болезней, спасают, т. е. срубают и превращают в пиломатериалы и другие коммерческие продукты. Такое спасение деревьев от гибели — желательный способ удаления твердых отходов. Погибшие деревья, оставленные в лесу, представляют угрозу для окружающей природы, так как, во-первых, они создают опасность возникновения пожара, и, во-вторых, с эстетической точки зрения, неприятно смотреть на погибший лес. Погибшие деревья могут служить местом

размножения насекомых. Все усилия должны направляться на уменьшение потерь леса.

Некоторые общие статистические данные о лесных отходах и использовании древесины в США приводятся здесь по данным 1965 г. (А. Х. Каарт «Лес в вашей жизни»).

В настоящее время положение с переработкой отходов леса в некоторых случаях лучше, чем в 1965 г., но в некоторых хуже. Потери леса из-за пожаров, насекомых и болезней составляют около 10,5 млн. м³ досок в год. Ежегодно спиливается около 124,25 млн. м³ досок, и из них только 43% составляют коммерческие лесоматериалы, оставшиеся 57% теряются с отходами. Эти твердые отходы необходимо использовать либо от них следует избавляться.

11.2.1. Древесные отходы

В старину из-за ручной валки леса оставались пни высотой до 240—300 см. Теперь высота их преимущественно не более 15 см, что позволяет более эффективно использовать дерево.

Многие стволы при падении деревьев разбиваются, при этом образуется множество колод и щепок, которые также представляют собой лесные отходы. Количество их оценивалось в 6849 тыс. м³ в год, но, несомненно, значительная часть этих отходов использовалась. В последние годы объем отходов такого типа значительно уменьшился благодаря более осторожной валке леса. Обычно разбитые колоды и щепки сжигают иногда вместе с другими отходами вырубki, но порой щепки остаются на земле и с помощью нескольких операций расщепляются на более мелкие кусочки. В настоящее время существует возможность изыскать более эффективный способ утилизации разбитых бревен и щепок.

«Отходы вырубki» — это общее название, даваемое отходам леса, брошенным в лесу, состоящим из веток, вершин, щепок, испорченных или разбитых бревен. Каждый год в США вырубается приблизительно 4 млн. га промышленного леса, в результате чего получается от 100 до 200 млн. т отходов вырубki в виде листвы, веток, пней и бревен слишком маленьких или с дефектами, что делает их использование экономически невыгодным.

Примерно такая же площадь освобождается ежегодно для строительства скоростных дорог, аэропортов, водохранилищ, городов. Поскольку примерно $\frac{1}{3}$ территории США покрыта лесом, а большая часть — кустарником, объем древесных отходов и листвы составляет от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ ежегодного производства лесоматериалов.

Наиболее распространены следующие методы переработки отходов вырубki:

открытое сжигание либо в кучах, либо в кострах на большой территории;

закапывание в землю;

«измельчение и разбрасывание» по земле для гниения;

измельчение в щепки, которые остаются в кучах на земле;

использование в виде мульчи, что предотвращает эрозию верхнего слоя почвы;

сжигание отходов вырубки в передвижных закрытых печах.

11.2.2. Отходы, образующиеся при обработке древесины

Бордфут — единица измерения, принятая в деревообрабатывающей промышленности. Он равен квадратному футу древесины при толщине 1 дюйм, т. е. эквивалентен $0,0025 \text{ м}^3$. При обмере древесного сырья вычисляют число бордфутов, которое можно получить из бревен, а количество отходов (горбыли, отходы лесопиления, кора, опилки, стружка, торцы) не учитывается, хотя оно составляет значительный объем. Бревно, например, содержащее по расчетам 600 бордфутов, имеет значительно больший, чем $1,4 \text{ м}^3$ ($600 : 12 = 50 \text{ фт}^3 = 1,4 \text{ м}^3$) объем — около $1,9 \text{ м}^3$, и эти $0,5 \text{ м}^3$ пойдут в отходы при обработке этого бревна. Бревна, имеющие больший объем, дадут меньше отходов.

На многих современных деревообрабатывающих предприятиях кора предварительно отделяется от ствола, сжигается и часто служит источником части энергии, которая потребляется самим предприятием. Отходы превращаются в щепу и направляются на целлюлозный завод, где используются при производстве бумаги, фибрового картона или других материалов. Одним из таких материалов являются хорошо известные дрова — промежуточный продукт, изготавливаемый по лицензии из опилок и щепы с использованием прессования. Почти 10 лет назад на такой операции применяли 107 машин, и каждая из них перерабатывала 4000 т/год отходов. На большинстве деревообрабатывающих предприятий, особенно на небольших, почти все отходы выбрасываются.

Полное количество отходов, которое надо переработать или которое выкидывается, составляет:

- 45 млн. м^3 — горбыли, торцы;
- 36 млн. м^3 — опилки;
- 50 млн. м^3 — кора;

Итого: 131 млн. м^3 — отходы деревообрабатывающего предприятия.

Какая-то часть коры поступает в продажу в виде мульчи или удобрений, другая часть коры идет на санитарные нужды, но в целом кору следует ежегодно удалять. Самый дешевый и легкий путь — сжигание, который во многих штатах подвергается резкой критике вследствие загрязнения воздуха дымом, а в некоторых штатах такой способ ограничен или запрещен. Кое-где, например в шт. Орегон, проведены исследования по сжиганию отходов в аппаратах «вигвам», где образуется очень мало дыма или он совсем отсутствует. В тех штатах, где сжигание запрещено, большие площади должны отводиться под свалки. Некоторая часть отходов (торцов) используется при производстве слоистых древесных материалов. Большая часть торцов поступает в продажу как топливо. На предприятиях по производству фанеры и других облицовочных

материалов перерабатываются отходы, подобные отходам деревообрабатывающих предприятий. Отходы состоят из коры, сердцевины, чурбанов, торцов, сучков и прочего. В 1965 г. все эти отходы составили 52 900 тыс. т.

На целлюлозных заводах также перерабатываются жидкие и твердые отходы. Твердые отходы в 1965 г. составили 8600 тыс. т и в основном состояли из коры и шламов.

В последнее время разработаны и усовершенствованы многие типы измельчителей, которые могут быстро переработать в щепу деревья толщиной до 50 см. Наиболее часто используемое оборудование позволяет обрабатывать ветви диаметром 7,5—10 см,

11.2.3. Дрова и древесный уголь

Несколько слов следует сказать о древесном угле, хотя потребление его снизилось в последнее время. Для распиловки дров используют как недавно разработанные мощные пилы, так и старые циркулярные.

Основная часть древесного угля, используемого для приготовления пищи, импортируется из других стран, где затраты труда меньше, чем в США. Но и в США есть несколько предприятий, где получают древесный уголь, и сырье, которое используют эти предприятия, иначе считалось бы отходами. При некоторых лесоздоровительных мероприятиях получается большое количество пусковых отходов твердой древесины (дубовой и т. д.), которые можно использовать для приготовления древесного угля. При любой возможности следует утилизировать древесные отходы в виде древесного угля.

11.2.4. Производство спирта

Примерами выгодного использования древесных отходов служат производство метилового спирта и различных изделий из бумаги и пластмасс. Но часто в этих производствах используют хорошую древесину. Основное количество пульпы, которое идет для получения бумаги или в других химических процессах переработки древесины, является «молодняком», т. е. теми молодыми порослями, которые выкорчевываются или вырубаются для организации зеленых посадок. Значительная часть этого сырья импортируется из Канады и других стран. Было бы желательно, чтобы при химической переработке древесины использовалось больше древесных отходов и меньше деловой древесины, которую можно применять в других целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ludington D. C. «Odors and their control», *Proc., Cornell University Conference on Agricultural Waste Management*, 1971.
2. Sobel A. T. «Olfactory measurements of animal manure odor». Paper 70—417, *American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, Mich., 1970.
3. White R. K., Taiganides E. P., and Cole G. D. «Chromatographic identification of malodors from dairy animal waste». *Livestock Waste Management and Pollution Abatement*, American Society of Agricultural Engineers Publication PROC 271, 1970.
4. Stephens E. R. «Identification of odors from cattle feedlots». *California Agriculture* 25: 1, 10—11 (Jan. 1971).
5. Miller R. F. «Space requirements and dust control for feedlot cattle», *California Agriculture* 16: 12, 14—15 (Dec. 1962).
6. Stubblefield T. M. «Problems of cattle feeding in Arizona as related to animal-waste management». *Management of Farm Animal Wastes*, American Society of Agricultural Engineers Publication SP-0366, 1966.
7. Simpson F. M. Jr. «How to control feedlot pollution», *Bulletin C California Cattle Feeders Association* (Bakersfield), 1971.
8. U.S. Public Health Service. «Zoonosis surveillance report no. 7, Leptospirosis», *HEW Communicable Disease Center* (Atlanta), 1965.
9. Gburek W. J., and Heald W. R. «Effects of direct runoff from agricultural land on the water quality of small streams», *Proc. Cornell University Conference on Agricultural Waste Management*, 1970.
10. Mayes J. L. «Kansas control program», *Proc. of Animal Waste Management Conference*, U.S. Environmental Protection Agency Missouri Basin Region (Kansas City, Mo.), 1969.
11. White R. K., and Edwards W. M. «Beef barnlot runoff and stream water quality», *Cornell University Conference on Agricultural Waste Management*, 1972.
12. Mielke L. N., Ellis J. R., Swanson N. P., Lorimor J. C., and McCalla T. M. «Groundwater quality and fluctuation in a shallow unconfined aquifer under a level feedlot». *Cornell University Conference on Agricultural Waste Management*, 1970.
13. Reddell D. L., Johnson W. H., Lyerly R. J., and Hobbgood P. «Disposal of beef manure by deep plowing», *Livestock Waste Management and Pollution Abatement*, American Society of Agricultural Engineers Publication PROC-271.
14. Clark E. E. «Hog waste disposal by lagooning», *Journal of the Sanitary Engineering Division*, American Society of Civil Engineers, 91:SA6, 27—41 (Dec. 1965).
15. Hart S. A., and Turner M. E. «Waste stabilization ponds for agricultural wastes». *Advances in Water Quality Improvement*, edited by E. F. Gloyna and W. W. Eckenfelder Jr., University of Texas Press, 1968.
16. Dale A. C., Ogilvie J. R., Chang A. C., Douglass M. P., and Lindley J. A. «Disposal of dairy cattle wastes by aerated lagoons and irrigation». *Cornell University Conference on Agricultural Waste Management*, 1969.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТВЕРДЫЕ ОТХОДЫ

Р. В. Элдредж

Промышленные предприятия любой отрасли, где образуются промышленные отходы, не несут ответственности за сбор и утилизацию этих отходов и только в редких случаях занимаются их переработкой. Промышленные твердые отходы можно сравнить с «ничейной землей» и утилизация их представляет серьезную проблему.

Основное оборудование, используемое при обработке городских твердых отходов, можно легко приспособить и для обработки большого количества промышленных отходов. Различие состоит лишь в том, что на промышленных предприятиях отходов образуется больше, чем в каком-либо населенном пункте.

Если промышленные отходы образуются в виде газов, жидкости, полутвердых веществ, паст или даже тонкоизмельченных порошков, то использовать обычное оборудование не представляется возможным. И городскому управлению иногда очень трудно обосновать затраты на специальное оборудование для сбора, хранения или захоронения таких отходов.

В действительности большую часть промышленных отходов можно обрабатывать обычными способами, разница заключается только в количестве отходов.

12.1. Источники информации

Прогнозировать образование промышленных отходов, даже при наличии достоверной информации, очень сложно. Рекомендуется сравнивать показатели по отходам с какими-либо базисными данными родственных отраслей и предприятий, чтобы обосновать количество отходов или выявить причины отклонения сведений от базисных данных.

В большинстве последних работ по прогнозированию промышленных отходов используется Стандартная промышленная классификация (СПК), которая была разработана отделом статистических стандартов при Федеральном бюро бюджетов. СПК используется как метод классификации различных учреждений, чья деятельность полностью описывает национальную экономику. В системе СПК каждому учреждению в зависимости от рода его деятельности присваивается четырехзначный номер. Деятельность учреждения определяется в зависимости от сырья, продукции или характера работы. Две первые цифры в номере означают главную группу внутри раздела; раздел «Производство» включает группы с 10 по 39. Сюда относятся предприятия, на которых образуются отходы, называемые промышленными.

После классифицирования предприятий по СПК необходимо установить зависимость между реальным образованием отходов и каким-либо другим показателем или фактором, чтобы оценить

масштаб проблемы. Эта зависимость может быть выражена через тонну отходов на тонну продукции; тонну отходов на единицу рабочей площади; тонну отходов на единицу рабочего объема; тонну отходов на число рабочих. Последнее отношение, взятое в годовом отрезке времени, позволяет наиболее четко выявить зависимость между количеством отходов и производством товарной продукции. По данным ряда фирм скорость образования отходов следующая (табл. 12.1):

таблица 12.1.

Отрасль	Скорость образования отходов, т/(рабочий-год)	Отрасль	Скорость образования отходов, т/(рабочий-год)
Мясная промышленность	6,2	Производство одежды	0,31
Консервирование	55,6	Деревообрабатывающая промышленность	162
Мороженые продукты	18,3	Производство изделий из древесины	10,3
Консервы	12,9	Мебельная промышленность	0,52
Пищевая промышленность	5,8	Текстильная промышленность	0,26
Текстильная промышленность	0,26	Бумажное производство	2
Полиграфическая промышленность	0,49	Производство первичных металлов	24
Основное химическое производство	10	Обработка металлов	1,7
Химическая продукция	0,63	Неэлектрическое оборудование	2,6
Нефтяное производство	14,8	Электрическое оборудование	1,7
Производство резины и пластмассы	2,6	Производство транспортных средств	1,3
Изготовление кожи	0,17	Изготовление приборов и инструментов	0,12
Производство глины	2,4	Разное	0,14

12.1.1. Пищевые товары и упаковка

Около 60% пищевых и упаковочных отходов могут сжигаться. Основные составные части их — бумага, дерево, опилки, металлы, отбросы, мусор и битое стекло и, конечно, те отходы, которые образуются при изготовлении данной продукции, например, закваска, непригодное зерно, органические вещества, перья и т. д. Хотя состав отходов изменяется в зависимости от технологии обработки, следует учитывать, что органическая и, следовательно, поддающаяся гниению природа отходов при производстве пищевых продуктов может создать серьезную проблему загрязнения воздуха и воды, а также повлечь за собой размножение насекомых и болезнетворных микробов. В этой категории отходов наблюдаются сезонные изменения в количестве: максимальные и минимальные значения отличаются от среднего на 20%.

12.1.2. Бумажные товары

В производстве бумаги отходы очень часто используются в технологическом процессе, между тем при изготовлении картона, вощенки, водонепроницаемой бумаги и т. п. отходы производств не могут вторично использоваться. При изготовлении бумаги не наблюдается значительных сезонных изменений в образовании отходов, только в некоторых производствах возможно небольшое увеличение их перед Новым годом.

Как видно из данных, приведенных в табл. 12.1, они не содержат информации о тех производствах, где применяют установки по обработке бумажного вторичного сырья. На таких предприятиях основная часть отходов перерабатывается, и в общую оценку образования твердых отходов следует включать только то количество, которое образовалось уже после переработки.

Результаты исследований, проведенных в г. Цинциннати (шт. Огайо [5]), показали, что объем отходов при производстве бумаги может достигать 30 т на одного рабочего в год. Отходы при производстве бумаги, в основном, сжигаются. Они состоят из 48% бумаги, 43% шлама, 3% зольной пыли и металлов, 5% целлюлозы и прочих компонентов.

12.1.3. Химическая продукция

Отходы, образующиеся на предприятиях, изготавливающих химические товары, значительно отличаются по составу. Основные компоненты — бумага, шламы, зола, металлы, древесина. Сжигается около 30% общего количества таких отходов. Эти отходы состоят из 36% золы, 35% шлама, 14% бумаги, 2% металла, 1% древесины, 12% других компонентов. Значительных сезонных колебаний в количестве отходов в этой группе предприятий не наблюдается. К наиболее трудным для обработки относятся шламы и брак предприятий этой группы, так как такие отходы являются нестабильными и более опасными, чем обычные отходы.

12.1.4. Оборудование

Типичные отходы при производстве различного оборудования — это древесные, упаковочные и транспортные, а также металлический лом, который составляет почти $\frac{3}{4}$ всего количества отходов (поскольку он обычно поступает на рынок, то в качестве отходов не рассматривается). Около 80% отходов данной группы поддается сжиганию. Они состоят из 65% бумаги, 16% древесины, 19% других компонентов, например шлама, масла, пластмассы, резины. Сезонные изменения очень незначительны.

12.1.5. Автомобильное производство

Основная часть твердых отходов этой группы предприятий состоит из древесных и транспортировочных отходов. Металлический лом и стружку обычно продают в качестве вторичного сырья. Коли-

чество такого вида отходов составляет небольшую часть в общем объеме отходов этой группы. Средний состав их следующий: 36% древесины, 11% шлама, 9% металлов, 2,5% бумаги, 1,5% пластмасс и резины, 40% других компонентов. Можно ожидать сезонных изменений количеств отходов, но вследствие перевооружения предприятий при переходе на производство другой модели, такие изменения незначительны.

12.1.6. Резина и пластмассы

Состав отходов следующий: 55% пластмассы или резины (в зависимости от производства), 10% бумаги, 8% древесины, 8% металла, 18% других компонентов. Сезонных изменений в принципе не наблюдается, но нельзя сказать, что их не существует на каком-либо предприятии.

Предприятия могут предоставить необходимую информацию, так как отходы в какой-то мере являются производными от сырья и технологического процесса. Необходима разумная формализация данных для того, чтобы можно было использовать все источники информации для классификации отходов и превратить контроль образования отходов в систематическую и простую операцию.

12.2. Система классификации отходов

Из всех существующих систем классификации отходов лишь одна пригодна для использования [6]. Применение ее позволяет наиболее точно определить любой вид промышленных твердых отходов (табл. 12.2).

Таблица 12.2. Классификация отходов

Класс	Примечание	Примеры
<p>Поддающиеся гниению: домашний мусор, отходы обработки овощей, животные отходы, трупы животных, отходы обработки мяса, дичи и рыбы, другие¹</p>	<p><i>Твердые отходы</i></p> <p>К категории громоздких относятся отходы такого размера, которые трудно прессовать, сжигать и т. д. Размеры отходов не определяют; определяют размеры и характер оборудования при обработке и захоронении отходов</p>	<p>Шпалы, поддоны, крепь; упаковка; матрасы; пеноматериалы; ремни, шины; ремни конвейеров; древесный мусор</p>
<p>Громоздкие горючие: древесина, бумага, ткань, пластмасса, резина, кожа, уличные и парковые отходы</p>		

Класс	Примечание	Примеры
Громоздкие негорючие: металлические, минеральные		Бочки, рессоры; бутылки, арматура ванн
Небольшие горючие: древесина, бумага, ткань, кожа, пластмасса, резина, уличные и парковые отходы	Утилизация отходов не представляет сложности из-за размеров. Данное понятие относится к единице вещества, а не ко всему объему отходов	Перчатки, обувь, молочная упаковка, галоши, уличный мусор
Небольшие негорючие: металлические, минеральные, зола Бочки, бутылки, банки (неполностью опорожненные)	Данный функциональный класс требует точного определения содержимого по одному из классов. Следует определить количество веществ	Банки, бутылки, печная зола
Газовые баллоны		
Порошки: органические, металлические неорганические, неметаллические, взрывчатые		Кислородные, ацетиленовые Пестициды, химикалии, угольная пыль
Патогенные: ткань, бумага, пластмасса, животные и человеческие отходы, оборудование		
Шламы: хлорсодержащие, бромсодержащие, фторсодержащие, кислые, щелочные, водореакционноспособные воздухореакционноспособные поддающиеся гниению	Вещества, кажущиеся твердыми, но на самом деле увлажненные водой или органическими жидкостями. Твердую часть следует переклассифицировать Вещества реагируют с кислородом воздуха или водяным паром Влажная форма любого вещества соответствующего класса или любое другое вещество	
другие органические металлические неорганические неметаллические неорганические	Металлы в свободном состоянии Неорганические соединения	Частицы металла в маслах Осадок CaCO_3 , пек

Класс	Примечание	Примеры
Снос зданий и стройка	<p>Данный функциональный класс следует подразделить по аналитическим классам на громоздкие и небольшие, горючие и негорючие. Под этой рубрикой указывается количество отходов при сносе зданий или при строительстве; следует учитывать, что отходы могут содержать смесь громоздких и небольших горючих и негорючих веществ</p>	
Старые автомашины Радиоактивные отходы	<p>Данный функциональный класс нужно переклассифицировать. Необходимо учитывать этот класс для принятия соответствующих мер предосторожности</p>	
<i>Жидкие отходы</i> Сточные воды	<p>Жидкие отходы почти целиком состоят из воды, но содержат загрязнители в сравнительно небольших концентрациях (обычно гораздо меньше 1%), чтобы их можно было направлять по канализации на заводы переработки</p>	
Загрязненная вода: хлорсодержащие, бромсодержащие, фторсодержащие, кислые, щелочные, поддающиеся гниению, нерастворимые масла, растворимые масла, токсичные органические, токсичные неорганические, растворимые металлические, другие ¹	<p>Вода, содержащая вещества в таких концентрациях или такого характера, что использовать канализацией нельзя</p>	Кровь, жир
Жидкие органические: хлорсодержащие, бромсодержащие, фторсодержащие, серосодержащие, кислые, щелочные, реагирующие с водой (негидролизующиеся), детонирующие, токсичные и опасные, растворимые металлические, другие ¹	<p>Жидкие при температуре окружающей среды</p>	Почти все растворители, пестициды

Класс	Примечание	Примеры
Смоли: хлорсодержащие, бромсодержащие, фторсодержащие, серосодержащие, кислые, щелочные реагирующие с водой химически активные автореакционноспособные (мономеры) токсичные и опасные растворимые металлы другие ¹	Вещества, являющиеся полутвердыми при низких температурах	Хлор-, бром-, фтор-, тетрозамещенные углеводороды Низкая pH, коррозионные растворители Негидролизующиеся вещества, активно реагирующие с водой Натрий, кальций
Взвеси: органическая фаза в воде неорганическая фаза в воде органические вещества в жидкой органике неорганические вещества в жидкой органике	Жидкие вещества, содержащие твердую фазу, но способные течь. Следует отдельно классифицировать жидкую и твердую фазы	Известковое молоко Металлический натрий в масле
Газообразные отходы Имеющие запах Горючие частицы: твердые, туманообразные, пары Органические жидкости Кислотообразующие газы	Данный класс содержит лишь такие газообразные вещества, которые должны пройти обработку перед выбросом в атмосферу	Меркаптан, сероводород Летучие растворители SO_2 , HCl

¹ Другие — это «чистые» вещества, не требующие улавливания.

В основу классификации берется наиболее легко определяемая характеристика — состояние отходов: газообразное, жидкое, твердое. После того как выяснено состояние отходов, можно без труда подобрать основные способы утилизации, превращения и удаления отходов: газы следует собирать и хранить в специальной емкости, жидкость надо помещать в герметичные контейнеры, а для твердых отходов требуются более простые методы хранения.

На втором этапе классифицирования выбирают способ обращения с отходами в зависимости от категории: горючие, взрывоопасные и негорючие.

Твердые отходы, которые подвержены гниению, необходимо быстро отвозить на свалки и сжигать или компостировать. Негорючие отходы, имеющие довольно неприглядный вид, можно накапливать очень долгое время. После уплотнения, пакетирования или дробления эти отходы можно отвозить на свалки. Очевидно, что

сжигание или компостирование исключаются. Наибольшие трудности в обращении возникают с полужидкими твердыми отходами. Пока не уменьшена их текучесть, такие отходы нельзя отвозить на свалку. Многие жидкости токсичны, поэтому обращение с ними требует еще большей осторожности. Даже уменьшение текучести нередко требует мер предосторожности.

Шлам являются нетекучими формами промышленных «твердых» отходов и до некоторой степени обладают токсическими свойствами маточного раствора.

Газообразные выделения из твердых отходов могут обладать такими же характеристиками подвижности и токсичности; обычно их собирают и помещают в герметичные емкости. Захоронение таких твердых отходов затрудняется вследствие того, что они легко диспергируются. Большинство газообразных отходов сжигают или тщательно обрабатывают соленой водой.

12.3. Потенциальная опасность

Используя схему классификации отходов (табл. 12.3), можно выбрать способ утилизации и определить степень опасности, которую представляют те или иные отходы (см. гл. 3). Отметим, что потенциальная опасность отходов, а также метод обращения с ними приводятся для целого класса или группы отходов; возможные исключения или особые условия, которые выявляются при более конкретном определении вида отходов. Такая более высокая степень определения необходима, когда природа химических веществ сложна или какая-либо часть отходов имеет газообразную или жидкую форму.

Таблица 12.3. Потенциально опасные отходы и методы утилизации их

Классификация отходов	Потенциально опасные					Способы обработки															
	токсичные	варьвоопасные	патогенные	радиоактивные	стандартное хранение	специальное хранение	стандартный сбор	специальный сбор	стандартный трубопровод	специальный трубопровод	прессование	размельчение	путьпирование	компостирование	сжигание	сжигание (жидкости)	специальное сжигание	химическая обработка	санитарная свалка	захоронение в океаническое	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Твердые: подверженные гниению, громоздкие горючие, громоздкие негорючие, небольшие го-			×		×		×								×	×	×	×		×	

Классификация отходов	Потенциально опасные				Способы обработки																
	токсичные	взрывоопасные	потогенные	радиоактивные	стандартное хранение	специальное хранение	стандартный сбор	специальный сбор	стандартный трубопровод	специальный трубопровод	прессование	размельчение	пульпирование	компостирование	сжигание	сжигание (жидкости)	специальное сжигание	химическая обработка	санитарная свалка	захоронение ³ океаническое	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
ручные, небольшие негорючие ¹ банки, бутылки и т. п. ¹					×		×					×	×	×	×					×	
газовые цилиндры, порошки	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×							×			×	
патогенные, шламы, строительные, автомобильный лом,	×		×	×		×	×	×	×	×			×		×		×	×	×	×	
радиоактивные				×		×		×									×			×	
Жидкие: сточные воды, загрязненная вода ²	×			×		×		×	×	×						×		×			
жидкие органические вещества ² , смолы, шламы ²	×	×	×			×	×	×	×	×						×	×	×		×	
Газообразные ⁴ : с запахом, горючие, органические, кислые	×	×				×	×	×									×	×		×	

¹ Только для оболочек.² Выбор трубопровода зависит от характера загрязнения.³ Требуется разрешение или запрет местных властей (нерекомендуемый способ).⁴ Окончательное захоронение требует перевода в твердое состояние.

Из табл. 12.3 видно, что до выгрузки на свалку жидкие или газообразные отходы следует сжигать или подвергать химической обработке. Единственное исключение составляет способ захоронения в океанических водах (см. гл. 9). Осадок, золу или шлам, образующиеся в результате химических реакций, следует отнести к соответствующей категории отходов в зависимости от их состава, чтобы иметь возможность правильно выбрать метод обращения с ними и определить степень возможной опасности.

Используя схему, разработанную для специфических видов отходов промышленности, можно легко определить взаимосвязь между их количеством и методом обработки.

Схема классификации специальных видов отходов должна включать показатель «химическая обработка или изменение» в широком смысле. В некоторых случаях возможно использование четырех или более химических процессов, в результате которых отходы становятся твердыми. Отходы и процессы должны быть изучены на надежность и совместимость; следует проверить и возможность удаления конечного продукта. Авторы одного из исследований [7] пришли к следующим выводам:

1) отсутствует исчерпывающая информация о потенциальной опасности относительно большого числа веществ;

2) имеется мало данных, указывающих на существование опасности для здоровья человека;

3) существует множество способов захоронения отходов, но правильное применение нашли лишь немногие;

4) список опасных веществ не эквивалентен списку опасных отходов вследствие того, что появляется фактор риска при смешивании отходов;

5) отходы, представляющие опасность, должны содержать одно или несколько опасных веществ в количествах или концентрациях, представляющих опасность для здоровья человека (см. классификацию первоначально безвредных опасных отходов, гл. 3);

6) необходима точная характеристика отходов для оценки потенциальной опасности и для выбора способа и системы обработки их;

7) захоронение опасных материалов предпочтительнее производить в месте их образования.

В приложении приведен список опасных материалов, которые, по мнению авторов, требуют дальнейшего изучения, оценки и контроля качества отходов.

Таблица потенциальной опасности отходов (см. табл. 12.3) составлена с учетом их объема, возраста и концентрации, поэтому указание на потенциальную опасность того или иного вещества нередко можно получить только при очень тщательном изучении информации. Наилучшим источником информации о возможной опасности разнообразных отходов являются отчеты об исследовании материалов, используемых в промышленности [4, 8—12].

В большинстве случаев целесообразно проводить следующий ступенчатый анализ твердых отходов, особенно если они являются опасными:

а) рассмотреть вопрос о предотвращении образования отходов;
б) обработать отходы таким образом, чтобы их можно было снова использовать в производстве;

в) если образования отходов избежать нельзя или их невозможно использовать, тогда сбор, транспортировку, переработку и удаление отходов следует проводить в соответствии со следующими требованиями:

1) при отправке отходы необходимо сопроводить описанием их характеристик, включая сведения о потенциальной опасности;

2) при отправке отходов необходимо получить гарантии, что последующая обработка и захоронение будут произведены в соответствии с существующими указаниями и правилами;

3) потребитель должен использовать только разрешенные способы обработки и захоронения отходов;

4) потребитель не имеет права применять такие методы обработки, которые могут превратить отходы в источник опасности для человека или окружающей среды;

5) в местах захоронения не следует принимать отходы прежде, чем установлено, что система или способ их переработки предотвратили или свели до минимума возможную опасность загрязнения;

6) не следует хранить отходы в таких количествах или при таких условиях, которые небезопасны для персонала или окружающей среды.

Чтобы уменьшить неопределенность в существующей оценке степени опасности тех или других веществ, было решено создать банк данных. С этой целью вещества, представляющие опасность, классифицируют по названию, общему описанию, принятому наименованию и химическому составу. Индексы указывают на опасные качества, приемлемые методы захоронения и неприемлемые методы обращения.

Предусматривалось расширить и уточнить такой список на основе новейшей информации. Главные индексы, которые отражают опасные качества, — токсичность, взрывоопасность и воспламеняемость, патогенность и радиоактивность.

Ступенчатый анализ и классификация промышленных твердых отходов целесообразны с точки зрения практической деятельности общества. Возникший интерес к рециркулированию привлек внимание и к повторному использованию промышленных твердых отходов. Промышленные отходы рассматриваются как большая масса уже отсортированных отходов, имеющих потенциальную рыночную стоимость, и более доступных для переработки, чем городские отходы. Отходы одной отрасли можно использовать в качестве источника сырья для другой отрасли. Особую ценность представляет комбинация отходов разных отраслей, поэтому и приобретают такое значение классификация и количественное определение отходов.

С другой стороны, классификация и анализ отходов необходимы в связи с тенденцией к увеличению мощности предприятий по обработке отходов. На таких предприятиях, где промышленные отходы

рассматриваются в качестве дополнительного сырья, особенно требуется тщательный анализ, так как иначе отходы могут подвергаться ненужной обработке, что удорожает производство, требует большего числа работников для переработки и увеличивает опасность для окружающей среды.

Гаулик, Мак Гохи [13] составили превосходный обзор промышленных отходов и их влияния на здоровье человека, а также указали способы обращения с отходами (табл. 12.4—12.8). Естественно, обзор не полностью освещает проблему, поскольку не дает количественной оценки, но помогает выбрать способ обработки и захоронения отходов. Указания на потенциальную опасность здоровью человека носят общий характер.

12.4. Способы обработки

Как указано выше, некоторые способы утилизации, используемые в промышленности, идентичны обычным способам обработки отходов или являются их видоизменениями. Однако некоторые системы обработки промышленных отходов сильно отличаются от систем, используемых в городской службе обработки отходов.

12.4.1. Промышленные свалки

Как правило, промышленные свалки очень схожи с обычными, но иногда из-за выбросов ограниченного количества отходов, подверженных гниению, промышленные свалки осматривают не ежедневно, а периодически. Да и эта разница постепенно сглаживается вследствие более строгого контроля. Работа промышленных свалок без ежедневного осмотра недопустима. Необходим систематический строгий контроль, чтобы предупредить образование болезнетворных микробов, предотвратить возникновение пожаров, загрязнение воды и воздуха. Прежде всего необходимо обеспечить хорошую по качеству и контролю сортировку отходов.

Для сброса специальных отходов создаются специальные свалки. Поскольку обычными ингредиентами на свалках являются нетекучие твердые вещества, фирма «Юнион Карбайд» («Union Carbide») в г. Чарльстоне (шт. Зап. Вирджиния) организовала специальную химическую свалку, где сбрасываются и обрабатываются жидкие отходы. Здесь происходит процесс выщелачивания отходов, и образующийся продукт обрабатывается обычными способами. Свалка действует по принципу грубого фильтра: почва естественным образом удерживает нерастворимые вещества, а фильтрация через почву уменьшает концентрацию образующегося при выщелачивании потока жидкости.

На других специальных свалках производится сортировка отходов. Поскольку немногие руководители промышленных предприятий могут определить, какую ценность имеют отходы их производства, сортировке отходов придается мало значения. Чаще всего такая сортировка является следствием уменьшения емкости свалки.

Таблица 12.4. Влияние хозяйственных

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и при различных
		сжигание
<i>Металлы (около 7%)</i>		
Банки	Железо	<ol style="list-style-type: none"> 1. Металлы содержатся только в остатках, предназначенных на переработку или свалку: Fe, Al, Pb, Zn, Cu 2. Сравнительно инертные соединения выбрасываются на свалку: FeO, Fe₂O₃, Al₂O₃, SiO₂, CrO₂, CrO₃, Cu₂O, CuO, ZnO, SnO, V₂O₂, V₂O₃, V₂O₄, NiO, Ni₂O₃, Ni₃O₄, CdO, Cd₂O, PbO, PbO₂, Pb₃O₄, Pb₂O₃, Pb₂O, SeO, HgO, TiO₂, Ti₂O₃, MgO, CaO. 3. Возможен выброс частиц твердого вещества при работе печей (см. 2). 4. В виде паров в выбросах печей: Al, Be, Zn, Hg, Se, Pb, Cd. 5. В виде газов в выбросах печей: CO₂, SO₂, CO, SO₃. 6. В виде полупродуктов в выбросах печей: окислы азота.
Алюминиевая фольга	Алюминий	
Кухонная утварь	Олово	
Посуда	Цинк	
Электроприборы	Свинец	
Мебель	Медь	
Электропроводка	Кремний	
Лезвия	Углерод	
Гвозди и т. п.	Никель	
Игрушки	Магний	
Вешалки	Кадмий	
Гардины	Селен	
Ведро	Ванадий	
Крышки от бутылок	Вольфрам	
Пепельницы	Бериллий	
Водопроводная арматура	Ртуть	
Чемоданы	Титан	
Батареи и аккумуляторы	Сера	
Обувь	Серебро	
Половики	Золото	
Тара	Хром	
Краска	Кальций	
Бумага	Натрий	
Стекло		
Ручки		
Лампы		
Радиоприемники		
Телевизоры		
Другие электронные приборы		
Ткани		
Кожаные изделия		
Зола и другое тряпье		
Тряпье	Рейон	<p style="text-align: center;"><i>Ткани природные и синтетические</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В виде газов в выбросах: CO, CO₂, SO₂, S₂O₃, SO₃. 2. В выбросах в виде продуктов синтеза и неполного сжигания: альдегиды, кетоны, низкомолекулярные углеводороды, хлорзамещенные углеводороды, полиядерные углеводороды. 3. В выбросах промежуточный продукт сгорания: окислы азота.
Мебельная обшивка	Дакрон	
Ковры	Найлон	
Одежда	Дектон	
Занавеси	Другие синтетические волокна	
Сумки	Хлопок (целлюлоза 83%)	
Веревки, канаты		

продуктов превращения
способах обработки

свалки

Влияние на здоровье человека
(данные на 1968 г.)

общего количества)

1. Остаются в отвалах инертные или сравнительно инертные соединения: свободные металлы: Al_2O_3 , $Al(OH)_3$, FeO , FeO_2 , $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, CrO_2 , Cr_2O_3 , $Cr(OH)_2$, Cu_2O , CuO , $Cu(OH)_2$, SnO , ZnO , $Zn(OH)_2$, V_2O_5 , Be , BeO , NiO , Ni_2O_3 , $Ni(OH)_2$, CdO , Cd_2O , $Cd(OH)_2$, PbO , Pb_2O_3 , Pb_3O_4 , Pb_2O , Se , SeO_2 , Hg , HgO , TiO_2 , MgO , $Mg(OH)_2$, $Ca(OH)_2$, $CaCO_3$.
2. Возможно попадание в почвенные воды: сульфаты Ca и Mg , бикарбонаты Fe , Ca , Mg ; CO_2 , окислы Sn , Zn , Cu в кислой среде
3. Выброс в атмосферу: почти нет

1. Частицы свинца в воздухе могут вызвать хроническую интоксикацию, растворимые соли свинца являются кумулятивными ядами. Содержание свинца вследствие захоронения хозяйственных отходов незначительно
2. Частицы Be вызывают профзаболевание. Имеется вероятность заболевания рабочих, занимающихся захоронением твердых отходов
3. Вдыхание пылевидной окиси кадмия или ее паров может вызвать легочные заболевания, кровоизлияния. Может иметь летальный исход.
4. Вдыхание паров цинка или тонкоизмельченной окиси цинка может вызвать лихорадку и разрушение эпителия дыхательных путей
5. Частицы твердого вещества снижают прозрачность атмосферы. Тяжелые металлы (хром, никель) могут вызвать заболевание раком
6. CO , окислы серы и азота загрязняют воздух. Относительная доля этих веществ при сжигании хозяйственных отходов незначительна
7. Соединения Cr , Cu , V токсичны. Окислы Fe , Cu , Zn , Sn токсичны. Доля этих веществ в хозяйственных отходах незначительна
8. Летальное действие паров ртути. Обычно содержится в отходах

(около 4% общего количества)

1. Остаются в отвалах инертные или сравнительно инертные соединения: изготовленные из синтетических волокон; окисленные и восстановленные минеральные вещества, природные волокна

1. Хлорзамещенные углеводороды разрушают ЦНС
2. Альдегиды, HCl , аммиак, окислы серы, H_2S , азот, CO являются раздражающими и (или) отравляющими веществами
3. Некоторые низкомолекулярные и полиядерные углеводороды являются канцерогенами

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и при различных
		сжигание
Чемоданы Обувь Игрушки Половики Шины	Шерсть (каротин-С 50%, Н 7%, S 9%, О 22%, N 17%) Лен (целлюлоза 82%) Шелк (С 48%, Н 6%, N 20%, О 26%) Пенька Сизальская пенька	4. В выбросах твердые частицы
		<i>Пластмассы (около 1,9%)</i>
Сумки Обертка Пластинки Кухонная утварь Ручки Упаковка электрических приборов Щетки Чемоданы Дворники автомашин Электрооборудование Обувь Линолеум Упаковка	Полиэтилен (38%) Поливинилхлорид (32%) Полистирен (21%) Полиэтилен акриловый Полиамидные фторуглеводороды Полисульфиды Аллиловые резиноподобные вещества Полицеллюлоза Полиаликоли	1. В выбросах в виде продуктов синтеза и неполного сгорания: HCl, галогены, альдегиды, низкомолекулярные углеводороды, низкомолекулярные ароматические и полиядерные углеводороды 2. В выбросах в виде газов: CO, CO ₂ , SO ₂ , S ₂ O ₃ , SO ₃ 3. В выбросах в виде паров пластмасс 4. В выбросах в виде твердых частиц 5. В выбросах полупродукты при сгорании: окислы азота
		<i>Кожа (менее 1%)</i>
Чемоданы Бумажники Электрооборудование Обувь Мебельная обивка Книжные переплеты Приводные ремни	Белок: коллаген кератин	1. Выбросы: см. Пластмассы, пп. 1, 2, 3 2. В выбросах как продукты неполного сгорания: окислы азота

продуктов превращения способах обработки	Влияние на здоровье человека (данные на 1968 г.)
<p>свалки</p> <p>2. Остаются в отвалах вследствие внедрения в протоплазму: NH_4^+, соединения серы, С, Р, К</p> <p>3. Могут проникать в грунтовые воды: CO_2, альдегиды, кетоны, органические кислоты, сульфаты, фосфаты, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-</p> <p>4. В атмосферу: CO_2, CH_4, летучие жирные кислоты, N_2, NH_3, H_2S, меркаптаны (при компостировании образование N_2 и CH_4 маловероятно)</p>	<p>4. Жирные кислоты, меркаптаны и H_2S обладают неприятным запахом</p> <p>5. Твердые частицы уменьшают прозрачность атмосферы</p> <p>6. Проникание CO_2 в почву ведет к увеличению эрозии</p> <p>7. Неприятный запах свалок и компостирующих установок</p> <p>8. Пп. 2—5 имеют значение только для сжигания. Доля загрязнения воздуха невелика</p> <p>9. Количественных данных по п. 6 нет, как следствие — неизвестно влияние на здоровье</p>
<p><i>общего количества)</i></p> <p>В отвалах инертны:</p>	<p>1. Хлорзамещенные углеводороды разрушают ЦНС</p> <p>2. Некоторые низкомолекулярные углеводороды канцерогенны</p> <p>3. Альдегиды, галогены, сульфаты, HCl раздражают дыхательные пути</p> <p>4. CO и окислы серы и азота токсичны и (или) обладают раздражающим действием</p> <p>5. Твердые частицы уменьшают прозрачность атмосферы</p> <p>6. Хозяйственные отходы составляют основную долю отходов пластмасс, доля в общем количестве отходов увеличивается, что вызывает тревогу общественности</p> <p>7. Продукты сжигания могут обладать неприятным запахом</p> <p>8. Пп. 1—7 имеют значение при сжигании. Доля в общем загрязнении воздуха незначительна</p>
<p><i>общего количества)</i></p> <p>1. Проникание в грунтовые воды: CO_2, альдегиды, кетоны, органические кислоты, сульфаты, фосфаты, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-</p> <p>2. Остаются в отвалах вследствие внедрения в протоплазму: NH_4^+, соединения восстановленной серы, С, Р, К</p> <p>3. Выброс в атмосферу: CO_2, CH_4, летучие жирные кислоты, N_2, NH_3, H_2S, меркаптаны (при компостировании образование азота и метана маловероятно)</p>	<p>1. См. Ткани. Влияние на здоровье невелико из-за небольшого количества в хозяйственных отходах</p>

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и при различных
		сжигание

Каучуки — природный и синтетический

Шины
Половики
Обувь
Облицовка
Автомобильные дворники
Приводные ремни
Линолеум
Оборудование

Природный каучук (политерпен — изопрен с длинной цепью)
Синтетический каучук:
бутадиен
неопрен
изобутилен — изопрен
хлоропрен
полисилоксан,

1. Выбросы: см. Пластмассы, пп. 1—3; Кожа, п. 2
2. Промежуточные продукты при сжигании: окислы азота

Стекло (около 8%)

Посуда
Бутылки
Лампы
Зеркала
Оконное стекло
Стекловолокно
Декоративное стекло
Другое

«Мягкое» стекло (Na_2O , CaO , SiO_2)
Тугоплавкое стекло (B_2O_3 — 12%, SiO_2 — 81%)

1. Инертное вещество в виде золы

Дерево (около 2%)

Мебель
Рамы
Ящики
Корзины
Обрезки
Чемоданы
Опилки
Щепки

Древесина (целлюлоза — 55%, лигнин — 24%, пентосаны — 18%),
N — 0,2%, P — 0,1%, K — 0,2%
Терпены
Абиетиновые кислоты
Эфиры

1. В выбросах продукты сгорания: CO , CO_2
2. В выбросах промежуточные продукты: окислы азота
3. В выбросах продукты синтеза: низкомолекулярные углеводороды, низкомолекулярные ароматические и алифатические углеводороды, полиядерные углеводороды, фенолы
4. В выбросах твердые частицы
5. В золе: K_2O , KOH , фосфаты

Растительные и животные отходы

Продукты переработки зерна (0,5%)
Мясные отходы (2,3%)
Жир (2,3%)

Белок
Сахара
Крахмал
Целлюлоза
Жиры

1. В выбросах: см. Дерево, пп. 1—4, альдегиды, кетоны и акролеин

продуктов превращения
способах обработки

свалки

Влияние на здоровье человека
(данные на 1968 г.)

(около 1,1% общего количества)

1. Синтетический каучук инертен
2. Распад природного каучука идет медленно

1. См. Пластмассы, пп. 1 и 2
2. При сжигании каучука в небольших печах образуется густой черный дым
3. Сжигание сопровождается неприятным запахом
4. Износ шин приводит к загрязнению воздуха. Количественные данные отсутствуют
5. См. Пластмассы, п. 8

общего количества)

1. Инертное вещество

1. Опасны осколки
2. Не всегда можно компостировать
3. Содержание остатков пищи может привести к размножению комаров и болезнетворных микробов
4. Пп. 1 и 2 носят местный характер

общего количества)

1. Проникают в грунтовые воды: CO_2 , альдегиды, кетоны, органические кислоты, фенолы, NH_3 , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-
2. Остаются на свалке при проникании в протоплазму: NH_4^+ , С, Р, К
3. Проникают в атмосферу: CO_2 , CH_4 , летучие жирные кислоты, азот, аммиак

1. См. Ткани
2. Количество окислов азота при сжигании незначительно
3. Влияние продуктов превращения древесины на здоровье невелико, так как содержание ее в хозяйственных отходах незначительно
4. Древесина и бумага являются основными источниками зольной пыли, что приводит к уменьшению прозрачности атмосферы
5. Вместе с древесиной на свалки возможно попадание вредных насекомых
6. Частичное разложение древесины при компостировании можно использовать для разведения грибов и насекомых

(около 15,5% общего количества)

1. Проникание в грунтовые воды: см. Дерево, сульфаты, фосфаты, карбонаты
2. См. Дерево, п. 2
3. Проникание в атмосферу: CO_2 , CH_4 , летучие жирные кислоты, мер-

1. Главная опасность для здоровья — размножение мух — переносчиков болезней
2. Остатки данного типа отходов служат пищей для крыс

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и при различных
		сжигание
Фрукты (1,5%) Овощи (2,3%) Скорлупа (2,8%) Листья (1,5%) Скошенная трава (1%) Деревья (1,3%)	Нейтральные жиры Жирные кислоты Лигнин	
Канцелярские принадлежности (2,8%) Книги и журналы (6,8%) Газеты (9,4%) Промокательная бумага (1%) Бумажная посуда (1%) Оберточная бумага (5,6%) Специальные виды бумаги (1,5%) Упаковка (23,4%)	Крафт Тряпичная Сульфитная клееная Гидрофобная Вощенная, глазированная Смолы	<i>Бумага (около 51,5%)</i> 1. В выбросах продукты сгорания: CO, CO ₂ 2. В выбросах продукты неполного сгорания: окислы азота 3. В выбросах продукты синтеза при неполном сгорании: низкомолекулярные углеводороды, низкомолекулярные ароматические и полиядерные углеводороды, фенолы 4. В выбросах твердые частицы
Песок Зола Кирпич Черепица Бетон Фаянс Другое	Кремнезем Обожженная глина Кальцинированный гипс Цемент	<i>Другие отходы (около 5%)</i> 1. Инертное вещество золы

12.4.2. Промышленные печи сжигания

Мощность большинства промышленных установок, предназначенных для сокращения объема отходов, меньше, чем у подобных им городских установок. Но промышленные печи более разнообразны по конструкциям.

Разработаны особые конструкции печей для сжигания. Например, печи открытого типа служили для сжигания громоздких предметов, отходов, образующихся при сносе зданий. Были проведены исследования [14] по сжиганию в таких печах горючих жидкостей и полужидких отходов. Установлено, что они удобны лишь только при сжигании сравнительно однородных по количеству веществ с низким содержанием золы и низким тепловыделением.

продуктов превращения способах обработки	Влияние на здоровье человека (данные на 1968 г.)
<p style="text-align: center;">свалки</p> <p>каптаны, сероводород, азот, аммиак</p> <p><i>общего количества)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проникают в грунтовые воды: CO_2, альдегиды, органические кислоты, фенолы, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^- 2. Остаются на свалке при проникновении в протоплазму: NH_4^+, С, Р, сера 3. Проникают в атмосферу: CO, CH_4, летучие жирные кислоты, сероводород, меркаптаны, аммиак, азот 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Плохо обработанные отходы могут привести к размножению насекомых 4. Неприятный запах <ol style="list-style-type: none"> 1. Бумага является основным источником вредных газов и твердых частиц, возникающих при недостаточном сжигании (см. Ткани, пп. 1—5) 2. Фенолы придают воде неприятный вкус; могут образовываться при распаде клееной и специальной бумаги 3. Количество аммиака, сероводорода и меркаптанов очень мало 4. Пп. 1 и 2 имеют значение в районе сжигания
<p><i>общего количества)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сравнительно инертны 2. Проникание растворимых веществ в грунтовые воды и ухудшение ее качества 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опасность для здоровья не отмечалась

Химические компании проводили исследования по сжиганию жидкостей в различных металлических или стеклянных контейнерах, которые помещали в печь открытого типа мощностью 8,81—9,1 млн. ккал/ч. Тепловыделение при сжигании даже 20 л углеводородов (гексан, бензол, ацетон) превышало мощность печи, причем в процессе сжигания наблюдалось сильное выделение дыма. Фирма «Юнион Карбайд» сообщала, что успешно проводилось сжигание около 2400 л/ч органических жидкостей, содержащих до 25% воды. Сжигание проводилось в г. Тафт (шт. Луизиана); при этом использовались две нефтяные форсунки, которые были помещены в земляные стены для образования печи открытого типа и которые давали пламя на расстоянии 1,7 м над дном ямы.

Обычно у печи открытого типа расстояние между футеровками

Таблица 12.5. Влияние промышленных отходов на здоровье человека

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и продуктов при различных способах превращения		Влияние на здоровье человека (данные на 1968 г.)
		сжигание	свалки	

Отходы текстильного производства

<p>Хлопок: Очищенный хлопок: коробочки волокна Переработка хлопка: крахмал водонепроницаемые вещества Шерсть: шерстяная смазка песок жиропот Шелк. коконы прочее Общие отходы: краска отходы переработки асбест</p>	<p>Целлюлоза Лигнин Целлюлоза и ее производные Ацетат и формиат алюминия, желатин, воск Шерстяное волокно (40%) (азот 4—6%, фосфорная кислота 3%, поташ 2%, ланолин) Лигнин Сухой пот Шелк (азот 10%, фосфорная кислота 2%, калий 1%) Дихромуксусная кислота, соли олова и железа, пигменты, отбеливатели Бензойная и уксусная кислоты, сульфоновые масла, соединения фенола, алифатические и жирные эфиры, масла Асбестовое волокно</p>	<p>1. В выбросах продукты сгорания: CO, CO₂, окислы серы, фосфора и азота 2. В выбросах промежуточные продукты сгорания: окислы азота 3. В выбросах продукты синтеза или неполного сгорания: низкомолекулярные углеводороды, ароматические и полиядерные углеводороды, акролеин, фенол 4. Инертные твердые частицы: зола, асбестовое волокно, кремнезем 5. В золе: CrO₂, SnO, SnO₂, FeO, Fe₂O₃, K₂O, Al₂O₃, SiO₂</p>	<p>1. Проникание в грунтовые воды: CO₂, альдегиды, органические кислоты, фенолы, фосфаты, соли хрома, железа и олова, KOH, соли аммония, нитраты, нитриты, Al₂O₃, Al(OH)₃, пигменты 2. Остаются на свалке: C, P, K, сера, соли аммония 3. Проникают в атмосферу: CO₂, CH₄, летучие жирные кислоты, сероводород, меркаптаны, азот, аммиак</p>	<p>1. В настоящее время — в основном загрязнение воды 2. Канцерогенный характер некоторых низкомолекулярных углеводородов, алифатических и полиядерных углеводородов 3. Раздражающий или токсический характер акролеина, окислов серы, CO, сероводорода и фенола 4. Неприятный запах сероводорода и меркаптана 5. Неприятный вкус и запах воды вследствие наличия в ней фенола 6. Твердые частицы уменьшают прозрачность атмосферы 7. Асбестовое волокно может вызывать рак легких</p>
--	--	---	--	--

Отходы бумажного производства (45,3 кг отходов/т продукции)

<p>Сульфиты: варсчная жидкость</p>	<p>Na₂S, NaOH, Na₂SO₄</p>	<p>1. Выбросы: см. <i>Отходы текстильного производства</i>, пп. 1—4</p>	<p>1. Проникание в грунтовые воды: см. п. 1 <i>Отходы текстильного производства</i>, TiO₂, карбонаты</p>	<p>1. В настоящее время — в основном загрязнение воды</p>
--	--	---	---	---

химические вещества	Na_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{SO}_3)_2$, лигнат натрия, целлюлоза (6,7%), сероводород, лигносульфовая кислота (65%), восстановители (сахара 20%), SO_2 , — производные сахара (8,4%), Са, летучие кислоты, спирты, уксус, фурфурол	2. В золе: CaCO_3 , СаО, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Al_2O_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, TiO_2 , Ti_2O_3 , ZnSO_4 , ZnS , CaSO_4	2. См. <i>Отходы текстильного производства</i> , п. 2 3. См. <i>Отходы текстильного производства</i> , п. 3, сероводород, меркаптан	2. См. <i>Отходы текстильного производства</i> , пп. 2—5
Крафтбумага: щелок химические вещества	Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , NaOH , лигнин, целлюлоза (50%), восстановители (сахара 20%), SO_2 , летучие кислоты, спирты, уксус, фурфурол, лигнат натрия			
Древесная масса: частицы коры и древесины белая бумага	Целлюлоза (50%), лигнин (25%), пентосаны (20%) Фиксированные твердые вещества (11,9%): известь (CaCO_3), воск, крахмал, смолы, битум, квасцы, глина, TiO_2 , ZnS , тальк, CaSO_4 , пигменты Летучие твердые вещества (88,1%): волокна целлюлозы, сахара, сложные полисахариды, белок, кислоты, спирты, кетоны, альдегиды			

Отходы производства различных химических веществ

Удобрения: обметки, пыль, обрезки, глина, ил, жир, канистры	Азот, фосфор, калий, сульфат натрия, сера, фтор, кремнезем	1. В выбросах продукты сгорания: CO_2 , окислы серы, фосфора и азота	1. В грунтовых водах: CO_2 , альдегиды, органические кислоты, хлорсодержащие углеводороды, органические	1. См. <i>Металлы</i> (табл. 12.5) 2. См. <i>Отходы нефтеочистки</i> 3. Многие несгорающие вещества (см. ст. 2) токсичны
Пестициды: хлорсодержащие углеводороды фосфорорганические вещества другие органические вещества исорганические вещества	Токсафен, бензени, гексахлорид, ДДТ, алдрин, эдрин, диэдрин, хлордан Паратлон, малатион, фосфодрин, тетрагилпирфосфат Карбонаты, динитрофенолы, органические соединения серы и ртути CuSO_4 , $\text{Pb}_3\text{As}_2\text{O}_7$, хлориды и фториды, Zn_3P_2 , сульфат таллия, фторацетат натрия	2. В выбросах продукты сгорания и неполного сгорания: хлорсодержащие углеводороды, фосфорорганические соединения, альдегиды, фенол, цианосоединения, HCl , CO , акролеин 3. В выбросах в виде паров: ртуть, кадмий, серебро, цинк, C_2N_2 4. В выбросах твердые частицы: хлорсодержащие уг-	соединения фосфора и серы, цианосоединения, фенолы, сульфиды, сульфиты, сульфаты, соли аммония, нитраты, нитриты, фосфаты; в кислых отстоях сульфаты магния, железа и кальция; в кислых водах Zn , ZnO , PbCrO_4 , MgO , CdO , TiO_2 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, соединения мышьяка	даже в малых концентрациях 4. Многие частично сгорающие вещества (см. ст. 3) токсичны даже в следовых количествах 5. Некоторые полностью сгорающие вещества (например, окислы металлов) токсичны 6. Вредные окислы металлов могут быть перенесены на

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и продуктов при различных способах превращения		Влияние на здоровье человека (данные на 1968 г.)
		сжигание	свалки	
взрывчатые вещества, органические кислоты, тринитротолуол (ТНТ) металлы масла и прочее	Летучие органические кислоты Медь, цинк SO ₂ , FeSO ₄ , Na ₂ S ₄ O ₇ , гидросульфиды, толуол, азотная кислота	углеводороды, органические соединения фосфора и серы; окислы Pb, As, Hg, Mn, Cd, Be, Fe, Zn, Ti, Sb, Si, Cu, Ba и Mg 5. В золе: соединения см. пп. 4 и 5	2. На свалке: NH ₄ ⁺ , P, K, сера 3. В атмосферу: CO ₂ , CH ₄ , летучие жирные кислоты, сероводород, меркаптан, азот, аммиак	свалку, где они проникают в грунтовые воды. (Отходы химических производств не следует смешивать с органическими отходами при компостировании)
Прочие отходы: твердые частицы	CS ₂ , Cl ₂ , HCN, HCl, соединения свинца, мышьяка, ртути, меди, марганца, кадмия, бериллия, железа, цинка и их окислы			
пигменты	TiO ₂ , Pb, PbCrO ₄ , цинк, Ве, сурьма, железо, кадмий			
наполнители	Кремнезем, карбонаты кальция, бария и магния, силикаты, глина			
загрязненный активированный уголь	Органические пестициды, углевод			

Отходы нефтехимического производства

Производство искусственных волокон: полимеризация	Синтетические полимерные амиды, содержащие большое количество акрильных групп, хлорсодержащие углеводороды, целлюлоза, ацетатцеллюлоза	1. В выбросах продукты синтеза и неполного сгорания: HCl, альдегиды, низкомолекулярные углеводороды, низкомолекулярные полиядерные и ароматические углеводороды, акролеин, фенол	1. В грунтовые воды: CO ₂ , альдегиды, органические кислоты, фенол, сульфиды и сульфаты, хлорсодержащие низкомолекулярные полиядерные и ароматические углеводороды, NH ₄ ⁺ , Ca(OH) ₂ , CaCO ₃ , NaCl, Na ₂ SO ₄ , Al ₂ O ₃ , Al(OH) ₃ , Na ₂ SO ₃ , CrO ₂ , CrO ₃ (биораспад крайне ограничен и протекает медленно)	1. См. <i>Отходы нефтеочистки</i> , пп. 1—7, ст. 5
химические вещества	Сульфиды, полисульфиды, акрилонитрил, шпарты, кетоны	2. В выбросах продукты сгорания: CO, окислы серы 3. В выбросах: окислы азота 4. Твердые частицы в выбросах 5. В золе: Ca(OH) ₂ , CaCO ₃ , NaOH, Na ₂ CO ₃ , NaCl, Al(OH) ₃ , Al ₂ O ₃ , Na ₂ SO ₃ , CrO ₂ , CrO ₃ , AlCl ₃	2. См. <i>Отходы текстильного производства</i> , п. 2 3. В атмосферу: CO ₂ , CH ₄ , H ₂ S, меркаптаны, азот, ам-	
Покртия: асфальт, асбест, бумага, ткань, волокно, гудрон, кровельный картон				
Каучук и пластмасса: отходы экструзии, отливки, обработки	Углеводородные полимеры, сульфополимеры, хлорсодер-			

Резина Неполностью полимеризованные вещества Общие отходы Катализаторы, фильтры, гудрон, смола, сажа	жищие углеводороды Бутадиен, стирен Известь, каустик, Na_2S , окислы хрома, лек. AlCl_3 , акролеин	мнак (маловероятно, но возможно) 4. Отходы не следует компостировать
---	---	---

Отходы производства кожи

Скrap	Коллаген (85%), липиды, альбумин, глобулин, углеводы Коллаген (азот 5—12%) Пыль, белок, кровь, жир, волосы, навоз, NaCl	1. В выбросах: <i>Отходы текстильного производства</i> , пп. 1—4	1. В грунтовых водах: см. <i>Отходы текстильного производства</i> , п. 1. NaCl	1. См. <i>Отходы текстильного производства</i> , пп. 2—6
Пыль	Коллаген (азот 5—12%) Пыль, белок, кровь, жир, волосы, навоз, NaCl			
Чистка кожи Красители, масла	Известь, NaCl , сульфиды, хром, летучие вещества, CaCO_3 , K_2O , железо	2. В золе: NaCl , CaCO_3 , CaSO_4 , Cr , Cr_2O_3 , K_2O , FeO , Fe_2O_3	2. См. <i>Отходы текстильного производства</i> , п. 2 3. См. <i>Отходы текстильного производства</i> , п. 3, сероводород, меркаптаны	2. Возможно отравление солями хрома при проникании в грунтовые воды

Отходы производства энергии

Химические вещества, используемые при очистке бойлеров Отходы воздухоочистительных операций: копоть твердые частицы зола	Дeterгенты, Na_3PO_4 , Na_2CO_3 , NaOH , Na_2SO_3 , NaNO_3 Окислы железа, SiO_2 , CaO , Al_2O_3 Окислы железа, сульфат железа, уголь, Fe , MgO , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, Si , SiO_2	1. Сжиганию подвергаются только эксплуатационные отходы, см. 12.4. <i>Древесина</i> , <i>Бумага</i> . <i>Отходы нефтеочистки</i>	1. В грунтовых водах: окислы железа, Na_2CO_3 , Na_3PO_4 , NaOH , Na_2CO_3 , NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCO_3 , Al_2O_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, MgCO_3 2. В присутствии большого количества углерода и азота остаются на свалке: нитраты, P, C, сера 3. В атмосферу: CO_2 , CH_4 , азот, аммиак, сероводород	1. Загрязнение воздуха и радиоактивные отходы — главные источники опасности 2. Проникание неорганических веществ в грунтовые воды ставит местные задачи очистки воды 3. Загрязнение вследствие сжигания эксплуатационных отходов невелико
Эксплуатационные отходы: тряпье опилки ветошь Отходы угледобычи Отходы атомной энергетической станции	Хлопок, машинное масло Древесина, машинное масло Уголь, глина, песок, каолин, гипс, каолин Продукты деления, уран, плутоний, SiO_2 , следовые количества Fe , Ni , Cr , Al , Hg			

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и продуктов при различных способах превращения		Влияние на здоровье человека (данные на 1968 г.)
		сжигание	свалки	
<i>Отходы производства первичных металлов</i>				
Сталь: печные отходы	Окись железа 70%, SiO ₂ 12%, Al ₂ O ₃ , C, MgO, фенол, бензол	1. В золе: песок, глина, FeO, Fe ₂ O ₃ , SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe, CrO ₂ , CrO ₃ , SiO, Cu, Pb, CaO, Na ₂ CO ₃ , Fe(OH) ₂ , Fe(OH) ₃ , ZnO, Cu, SnO ₂ , Al, Ca, Mg;	1. Остаются в виде инертных веществ: а) См. ст. 3, п. 1	1. Частицы свинца могут вызвать хроническое отравление; растворимые соединения свинца являются кумулятивными ядами
шлак, руда смоли травильный раствор масла	Оксиды железа и железо Цианосоединения. (NH ₄) ₂ SO ₄ — FeSO ₄ Na ₂ CO ₃ при фенольном получении SO ₄ ²⁻ , кислые сульфаты, гидраты железа при протравке	2. В выбросах в виде твердых частиц (см. п. 1) 3. В выбросах в виде паров: цинк, свинец 4. В выбросах: CO, CO ₂ , SO ₂ , SO ₃ , C ₂ N ₂ 5. В выбросах: окислы азота Примечание. Сжигание не практикуется	б) Известь, пек, песок, копоть, уголь, скрап, латунь (см. ст. 1) 2. В грунтовые воды: кислые сульфаты, известняк, железо, Na ₂ CO ₃	2. Вдыхание порошка цинка или его окиси ведет к заболеванию дыхательных путей 3. Бредное и (или) раздражающее воздействие окислов серы и азота, а также CO 4. Соединения хрома токсичны. Хром, никель и прочие металлы могут вызывать рак
Цветные металлы: Cu, Al, Pb, Zn, Ni, Mg, Sb латунь скрап травильный раствор Литье: отливочная форма стержневая смесь копоть уголь квасцы, NaOH	Медь 65%, цинк 33%, олово, свинец H ₂ SO ₄ , Cu, Zn, Cr, Cr VI, Fe Глина, песок 85% (C, Fe, Al, Ca, Mg, Si, S, Ti, P)			

Отходы чистой обработки металлов

Кислоты Металлы Цианиды Щелочи	H ₂ SO ₄ , HCl NaOH KCN, NaCN Фосфаты, карбонаты, силикаты, отстой. Cr, Zn, Cu, Ni, Sn	1. Сжигание не практикуется	1. Остаются на свалке в виде инертных соединений: нерастворимые соли металлов 2. В грунтовые воды: бикарбонаты, фосфаты, сульфаты, окислы, бихроматы 3. В грунтовых водах: Na ₂ SO ₄ , NaCl, CaSO ₄ , FeSO ₄	1. Опасность не уточнена 2. Окислы металлов токсичны (см. ст. 4, п. 2). См. <i>Отходы производства первичных металлов</i> , п. 4
---	---	-----------------------------	--	---

Отходы нефтеочистки

Щелочные отстой Кислые отстой Масла Чистое и эмульсионное	Органические соединения серы, сероводород, органические кислоты, меркаптаны, тетраэтилсвинец, полимеры,	1. В выбросах: CO, CO ₂ , SO ₂ , SO ₃ , PbO, низкомолекулярные углеводороды, низкомолекулярные ароматические и	1. Остаются в виде инертных веществ: ст. 3, п. 2	1. Хлорсодержащие углеводороды нарушают работу ЦНС
масло Отстой резервуаров Пек Катализаторы Глина Битум и гудрон Полупродукты Металлы	органические эфиры, различные соединения серы, различные эмульсии SiO ₂ , Al ₂ (SiO ₃) ₃ , S, Pb, PbS, CaSO ₄ , CaHPO ₄ , H ₂ SiO ₃ , Al(OH) ₃	полиядерные углеводороды, меркаптаны, фенол, альдегиды, кетоны, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Pb H ₂ SO ₄ 2. В золе: SiO ₂ , Al ₂ (SiO ₃) ₃ , Al(OH) ₃ , CaSO ₄ , CaHPO ₄ 3. В выбросах: окислы азота	2. В грунтовых водах: щелочь, соли свинца, фенол, H ₂ SO ₄ 3. Загрязнение грунтовых вод: растворители, масла	2. Раздражающее и (или) токсическое действие альдегидов, кетонов, окислов серы и азота, CO, сероводорода 3. Канцерогенный характер некоторых низкомолекулярных полиядерных углеводородов 4. Неприятный запах сероводорода и меркаптана 5. Твердые частицы уменьшают прозрачность атмосферы 6. Соли свинца обладают кумулятивным токсическим свойством 7. Неприятный запах и вкус при наличии фенола в воде

Отходы обработки металлов (№ пп., ст. 3—5 соответствуют № пп. ст. 2)

Транспортировка Станки Изделия Скрап Прочие отходы	1. Латунь, кальций, хром, хром шестивалентный, алюминий, железо, медь, титан, олово, цинк 2. Пластмассы, ткань, резина, древесина 3. Керамика, песок, абразивы 4. Красители, растворители 5. Травильные растворы	1. Скрап не сжигается (см. табл. 12.5. <i>Металлы</i>) 2. См. <i>Пластмассы. Ткань. Древесина</i> (табл. 12.5) 3. В золе без изменения. 4. См. 3. <i>Отходы нефтеочистки</i> , п. 1; см. <i>Отходы деревообработки</i> 5. См. <i>Производство первичных металлов</i>	1. См. <i>Металлы</i> (табл. 12.5) 2. См. <i>Пластмассы. Древесина. Ткань. Каучук</i> (табл. 12.4) 3. Инертные вещества 4. См. <i>Отходы нефтеочистки</i> , п. 3. 5. См. <i>Отходы производства первичных металлов</i> , п. 2	1. См. <i>Металлы</i> (табл. 12.4) 2. См. <i>Древесина. Ткань. Пластмассы. Каучук</i> (табл. 12.4); см. <i>Отходы нефтеочистки</i> 3. См. <i>Отходы нефтеочистки</i> 4. См. <i>Отходы производства первичных металлов</i>
--	--	---	---	--

Отходы производства изделий из древесины (№ пп. ст. 3, 4 соответствуют № пп. ст. 2)

Технологические отходы Отходы чистовой обработки	1. Опилки и прочие отходы, содержащие целлюлозу и лигнин (NO, 12%, P ₂ O ₅ 0,002%, K ₂ O 0,15%) 2. Ткань, бумага, волокна 3. Красители, клеи, растворители, пигменты 4. Наполнители 5. Растворители	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4) 2. См. <i>Ткань. Бумага. Пластмассы. Каучук</i> (табл. 12.4) 3. В золе: ст. 2, п. 3, В выбросах: ст. 2, пп. 3, 4. В выбросах (в виде газов): ZnS, Zn, SO ₂ , SO ₃ , Pb, Ba, CO, CO ₂ , Ti, Cr, Cd	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4) 2. См. <i>Ткань. Бумага. Пластмассы. Каучук</i> (табл. 12.4) 3. В грунтовых водах: в кислых водах ZnO, FeO, Fe ₂ O ₃ , CaCO ₃ , MgCO ₃ 4. Инертные вещества 5. Загрязнение грунтовых вод	1. См. <i>Древесина. Ткань. Бумага. Металлы. Пластмассы. Каучук</i> (табл. 12.4) 2. См. <i>Отходы производства первичных металлов</i> ; см. <i>Отходы нефтеочистки</i>
---	--	---	---	---

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и продуктов при различных способах превращения		Влияние на здоровье человека (данные на 1968 г.)
		сжигание	свалки	
		4. В золе или в виде твердых частиц в выбросах 5. См. 2. <i>Отходы нефтеочистки</i> , п. 1, ст. 2		

Отходы производства глины и стекла (№ пп. ст. 3—5 соответствуют № ст. 2)

Абразивы	1. Тонкоизмельченное железо и стекло	1. В виде инертных веществ в золе	1. Сравнительно инертные вещества в отвалах	1. Нарушения легочной ткани при содержании асбеста в воздухе
Ископаемые	2. Цемент, глина, гипс, асбест, камень, бумага	2. В выбросах в виде твердых частиц	2. В кислой среде в грунтовых водах: Fe_2O_3 , $CaCO_3$	2. Силикоз при вдыхании частиц абразивов, стекла и кирпича

Отходы полиграфии (№ пп. ст. 3—5 соответствуют № пп. ст. 2)

Обрезки бумаги	1. См. Бумага (табл. 12.4)	1. См. <i>Бумага</i> (табл. 12.4)	1. См. <i>Бумага</i> (табл. 12.4)	1. См. <i>Бумага</i> (табл. 12.4)
Обрезки переплета	2. Проволока, ткань, клей	2. В золе в виде инертных веществ	2. В кислой среде в грунтовых водах: Fe_2O_3 , $CaCO_3$	2. См. <i>Ткань</i> (табл. 12.4).

Таблица 12.6. Отходы сельского хозяйства и животноводства

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и продуктов при различных способах обработки		Влияние на здоровье человека (по данным на 1968 г.)
		сжигание	свалки	
1	2	3	4	5

Навоз

Коровий навоз (4,5 кг на 454 кг мяса в день; твердое вещество — 18%; летучие твердые вещества — 18%)	Лигнин (20%) Целлюлоза (25%) Полуцеллюлоза (18%) Жирные и другие летучие	1. В выбросах: <i>Древесина</i> (см. табл. 12.4, ст. 3, пп. 1—4) 2. В золе: K_2O , CO_2 , фос-	1. В грунтовых водах: <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 4, пп. 1, 2); сульфаты, фосфаты, карбонаты	1. Мухи и распространение их помощью микробов является основной опасностью для человека
--	---	---	--	---

ва — 14,4%)
С: N11,5

Свиной навоз (0,36 кг на 454 кг мяса в день; твердое вещество — 19%, летучие твердые вещества — 15%)

Куриный помет (0,1 кг на 2 кг мяса в день; твердое вещество — 23%, летучее твердое вещество — 18%)
С: N 7,5

Овечий навоз (общее количество твердых веществ — 25%)

Конский навоз (общее количество твердых веществ 25—30%)

кислоты (3,2%), белки, протениндамины, аммиак, органические азотные соединения (общее количество азота 3,79%)
 P_2O_5 (1,1%), $CaCO_3$
Болезнетворные микробы: *Salmonella*, *Mycobacterium bovis*, *Brucella caburtus*, *Leptospira*, *E. coli*

Лигнин, целлюлоза, полуцеллюлоза, белок, протениндамины, аммоний, органические азотные соединения (общее количество азота 5,4%), жирные и другие летучие кислоты (5,8%), P_2O_5 (4,6%), K (2,1%), $CaCO_3$
Болезнетворные микробы: *Salmonella*, *Brucella suis*, *E. coli*

Лигнин, целлюлоза, полуцеллюлоза, белок, протениндамины, аммоний, органические азотные соединения (общее количество азота 5,4%), жирные и другие летучие кислоты (5,8%), P_2O_5 (4,6%), K (2,1%), $CaCO_3$
Болезнетворные микробы: *Salmonella*, *E. coli*

Лигнин (22%), целлюлоза (19%), полуцеллюлоза (18,5%), белок, протениндамины, аммоний, органические азотные соединения (общее количество азота 4%), жирные и другие летучие кислоты, P (1,5% в форме H_3PO_4), K_2O (1,9%), $CaCO_3$
Болезнетворные микробы: *Salmonella*, *Brucella melitensis*, *E. coli*, *Leptospira*

Лигнин (14%), целлюлоза (28%), полуцеллюлоза (23,5%), белок (7%), протениндамины, аммоний, ор-

фаты

2. Возможно в грунтовых водах: болезнетворные микробы; уничтожаются при компостировании
3. В атмосферу: CO_2 , CH_4 , сероводород, азот, аммиак, меркаптаны, летучие жирные кислоты

2. Сильный неприятный запах
3. Проникание азота в грунтовые воды может привести к большой концентрации NO_2^- и NO_3^-
4. Загрязнение грунтовых вод

Источник отходов	Тип отходов	Измененные сырья и продуктов при различных способах обработки		Влияние на здоровье человека (по данным на 1968 г.)
		сжигание	свалки	
1	2	3	4	5
	органические азотные соединения (общее количество азота 2%), Р (5% в форме H_3PO_4), K_2O (1,5%), $CaCO_3$			

Отходы при обрезке деревьев (15—20 кг/м² год)

Сады: яблони, абрикосы, вишня, персики, груша, слива, цитрусовые, орех, прочие Виноградники	Листья и древесина (целлюлоза 55%, лигнин 24%, пентосаны 18%, азот 2%)	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 3, пп. 1—4) 2. См. <i>Навоз</i> , п. 2	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 4, пп. 1, 2) 2. Древесные вредители могут перемещаться на соседние участки 3. См. <i>Навоз</i> , п. 3	1. Сильное загрязнение воздуха при открытом сжигании 2. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 5, пп. 3—5)
--	--	--	--	--

Химические вещества

Зерновые: стебли, стерня, жом сахарного тростника, лузга	Углеводы [(80%) (целлюлоза и сахароза)], белок, жиры (20%), лигнин, следовые количества элементов	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 3, пп. 1—4). В выбросах: альдегиды, кетоны, акролеин 2. См. <i>Навоз</i> , п. 2 3. Стерня и жом обычно сжигаются 4. Глина является инертным материалом 5. Пластмассы. См. <i>Пластмассы</i> (табл. 12.4)	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, пп. 1, 2) См. <i>Сельскохозяйственные отходы</i> , пп. 1, 2 2. См. <i>Навоз</i> , п. 3 3. Глина и пластмассы являются инертными материалами	1. Размножение мух является главной опасностью 2. Неприятный запах при гниении 3. См. <i>Отходы при обрезке</i> , п. 1
Овощи: отбросы, обрезки, отбросы вишни	Углеводы, белок, лигнин, следовые количества элементов			
Фрукты: отбросы, падалица	Углеводы, белок, лигнин, органические кислоты, следовые количества элементов			
Тепличные растения: овощи, цветы, горшки, стекло Пластмасса	Целлюлоза, лигнин, углеводы, следовые количества элементов, глина, стекло, пластмасса			

Отходы при сборе урожая (10—40 кг/м² год)

Отходы от удобрений: контейнеры, обрезки, очистки	Азот (нитраты 1,6%, аммоний 8,2%, органический азот 2,4%) Фосфаты (фосфорная кислота 11%) Токсафен, бензин, гексахлорид, ДДТ, алдрин, эндрин, линдон, дизлдрин, хлородан	1. См. Отходы химических производств (табл. 12.5, ст. 3, пп. 1—6)	1. См. Отходы химических производств (табл. 12.5, ст. 4, пп. 1—3)	1. См. Отходы химических производств (табл. 12.5, ст. 5, пп. 3—6). Опасность не определена 2. Главная опасность возникает при неправильном хранении контейнеров из-под пестицидов
Отходы от инсектицидов: контейнеры	Паратион, малатион, фосфодрин, тетраэтилпирофосфат, диазин Карбонаты, динитрофенолы, органические соединения серы и ртути			
Отходы при сборе урожая	Медный купорос, фосфид цинка, сульфат таллия, фторацетат натрия			
Отходы при обрезке	K ₂ O (7%), хлор (3,4%), сера (5%), магний (2%), железо (1,5%)			

Отходы при консервировании (700 т/год)

Фрукты: прессование, обрезки, зерна, падалица, масло, смола	Целлюлоза (55%), лигнин (25%), PO ₄ (в форме H ₃ PO ₄ 3%), азот (2%), K (в форме K ₂ O 0,4%) Микробы	1. См. Древесина (табл. 12.4, ст. 3, пп. 1—4) 2. Инертные вещества: Al ₂ O ₃ , окислы железа и олова, стекло 3. См. Навоз, п. 2	1. См. Древесина (табл. 12.4, ст. 4, пп. 1, 2); сульфаты, фосфаты, карбонаты) 2. Микробы могут попасть в грунтовые воды. Можно уничтожить при компостировании 3. См. Навоз, п. 3	1. Главная опасность при консервировании — размножение мух 2. Возможно возникновение неприятного запаха 3. Вредное влияние проникновения пестицидов в грунтовые воды трудно определять 4. Нельзя пренебрегать возможностью размножения микробов
Овощи: кожура, сердцевина, кочерыжки, скорлупа, стебли, обрезки	Целлюлоза (60%), лигнин (25%), азот (2,5%), P ₂ O ₅ (0,7%), K ₂ O (2%), сера, магний, зола (20%), следовые количества металлов, остатки пестицидов			
Тара Банки	Древесина, картон, олово, сталь, алюминий, стекло			

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и продуктов при различных способах обработки		Влияние на здоровье человека (по данным на 1968 г.)
		сжигание	свалки	
1	2			5

Скелеты животных

Коровы Овцы Свиньи Лошади Птица	Белок, жиры, гликогены, фосфор, следовые количества солей	1. См. <i>Навоз</i> , п. 1	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 4, пп. 1, 2), фосфаты, сульфаты, карбонаты 2. См. <i>Навоз</i> , п. 3	1. См. <i>Консервирование</i> , пп. 1, 2 2. См. <i>Мясопроизводство</i> , п. 2 3. См. <i>Навоз</i> , п. 3
---	---	----------------------------	---	---

Рыбные отходы

Хвосты Кожа Чешуя	Белок, аминокислоты, масло, азот, фосфор, калий (азот и фосфор более 7%)	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, пп. 1—4) 2. См. <i>Навоз</i> , п. 3	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 4, пп. 1, 2), фосфаты, сульфаты, карбонаты	1. См. <i>Консервирование</i> , пп. 1, 2
-------------------------	--	---	---	--

Отходы мясного производства

Мясо: скотопригонный двор: навоз, кормовые отходы Бойня: навоз, кровь, кишки, щетина, кости, копыта, перья	См. <i>Навоз</i> , ст. 2 Летучее вещество (80—90%), общее количество азота 10%, фибробелок, жирные кислоты, нейтральные жиры, P ₂ O ₅ 3,5%, K ₂ O 2,5%, C-14 (17%)	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 3, пп. 1—4), альдегиды, кетоны, акролеин 2. См. <i>Навоз</i> , п. 2	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 4, пп. 1, 2), фосфаты, сульфаты, карбонаты 2. См. <i>Навоз</i> , п. 3	1. См. <i>Консервирование</i> , пп. 1, 2 2. Существует возможность размножения болезнетворных микробов 3. См. <i>Навоз</i> , п. 3
--	--	---	---	---

Молочные отходы

Молоко Сыворотка Тара: вошенная, пластиковая	Белок, казеин, альбумин, углеводы, лактоза, жиры, калий, фосфор, сера См. <i>Бумага. Стекло</i> (табл. 12.4, ст. 2)	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 3, пп. 1—4); <i>Пластмассы</i> (там же, ст. 3, пп. 1, 3) 2. См. <i>Навоз</i> , п. 2	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 4, пп. 1, 2), сульфаты, фосфаты, карбонаты 2. См. <i>Навоз</i> , п. 3 3. Пластиковая тара инертна	1. См. <i>Консервирование</i> , п. 1 2. В настоящее время молочные отходы ставят проблему загрязнения воды, а не твердых отходов 3. Удаление тары не является сложной проблемой
--	--	---	--	---

Пивоварение и виноделие (6000 т/год)

Хмель Зерно: овес, рожь, пшеница, кукуруза, рис Виноградный жом Ферментированный крахмал Бактерицидная биомасса	Летучие твердые вещества (90%), лигнин, целлюлоза, углеводы, азот 3%, фосфор (в форме H_3PO_4) 1%, К (в форме K_2O) 0,6%	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, пп. 1—4) 2. См. <i>Навоз</i> , п. 2	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 4, пп. 1, 2), сульфаты, фосфаты, карбонаты 2. См. <i>Навоз</i> , п. 3	1. См. <i>Консервирование</i> , пп. 1, 2
---	--	---	---	--

Отходы рафинирования сахара

Свекольные отходы и пудла	Целлюлоза, лигнин, азот (0,4%), Р (0,6%), К (K_2O 0,6%), Са, Mg	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, пп. 1—4) 2. См. <i>Навоз</i> , п. 2; СаО, Са(ОН) ₂	1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4, ст. 4, пп. 1, 2), фосфаты, сульфаты, карбонаты 2. См. <i>Навоз</i> , п. 3	1. См. <i>Консервирование</i> , пп. 1, 2 2. Пестициды, содержащиеся в промывных водах, могут попасть в грунтовые воды
Тростниковые отходы и пудла Осадок при выпаривании	Целлюлоза, лигнин, N, P, K			
Рафинаж Свекольные промывы	Гексоза, пентоза, смола, масла Бетаин, глютамин, КОН Песок, пестициды			

Таблица 12.7. Влияние отходов предприятий сферы обслуживания на здоровье человека

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и продуктов при различных способах обработки		Влияние на здоровье человека (по данным на 1968 г.)
		сжигание	свалки	
1	2	3	4	5

Оптовая и розничная торговля

Бумага Древесина Пластмасса Металлы Перекрытия Поврежденные товары Ткань Пластмассы Керамика и стекло Древесина Другие	1. Крафт-бумага и прочая 2. Тара 3. Пластмассовые листы, пенопласты, игрушки 4. Проволока, гвозди и прочее 5. Шерсть, хлопок, шелк, лен, пенька и пр. 6. Стекло и прочие инертные материалы 7. Органические и неорганические материалы	1. См. <i>Бумага. Древесина. Ткань. Пластмасса. Металлы</i> (табл. 12.4) 2. Остаются в золе: металлы, керамика, стекло и другие инертные вещества	1. См. <i>Бумага. Древесина. Ткань. Пластмасса. Металлы</i> (табл. 12.4)	1. См. <i>Бумага. Древесина. Пластмасса. Ткань. Металлы</i> (табл. 12.4)
--	--	--	--	--

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и продуктов при различных способах обработки		Влияние на здоровье человека (по данным на 1968 г.)
		сжигание	свалки	
1	2	3	4	5

Прачечные и химчистки (№ пп. ст. 3 и 4 соответствуют № ст. 2)

Бумажная упаковка Пластмассовая упаковка Осадки на фильтрах	1. Бумага, детергенты 2. Поливинилхлорид, полиэтиленакрилат, сополимеры 3. Шерсть, хлопок, шелк, лен, синтетические материалы	1. См. <i>Бумага. Ткань. Пластмассы</i> (табл. 12.4) 2. В выбросах небольшое количество SO ₂ , CO ₂ , CO	1. См. <i>Пластмасса. Ткань. Бумага</i> (табл. 12.4) 2. Образование небольших количеств растворимых сульфатов, карбонатов и CO ₂ при биораспаде детергентов	1. См. <i>Бумага. Ткань. Пластмассы</i> (табл. 12.4)
---	---	---	---	--

Гаражи и станции обслуживания

Металлы Смазки Пластмассы, каучук Бумажная и прочая тара Масло	1. Канистры из-под масла и смазки, инструмент, болты, гайки, свечи, пружины и прочие авточасти (сталь, олово, медь, ванадий, свинец, хром, никель, алюминий) 2. Масляное тряпье, опилки и бумага 3. Шины, половники, проводка, ремни, синтетические волокна 4. Бумажная тара, реклама, карты 5. Лампы	1. См. <i>Каучук. Пластмасса. Металл. Ткань. Бумага</i> (табл. 12.4) 2. Остаются в золе: металлы, стекло, минеральные остатки, пластмассы 3. В выбросах: окислы Al, Fe, Cu, Sn; частицы металлов (свинец, олово), акролеин, кислоты, альдегиды, эфиры, SO ₂ , SO ₃ , NO _x , NO ₂ , алифатические низкомолекулярные углеводороды 4. См. <i>Отходы нефтеочистки</i> (табл. 12.5)	1. В основном инертные вещества 2. Нельзя использовать при компостировании	См. <i>Каучук. Бумага. Ткань</i> (табл. 12.4).
--	---	---	---	--

Больницы

Пластмассы Бумага Керамика Ткань Стекло Металл Медикаменты Хирургические отходы Отходы прачечных Пищевые отходы	1. Упаковка, газеты, журналы 2. Одноразовые шприцы и инструменты, пластиковые, простыни, подносы, чашки и прочее 3. Хлопчатобумажное белье, одежда, фартуки, повязки, природные и синтетические волокна	1. См. <i>Бумага. Пластмасса. Ткань. Каучук. Стекло</i> (табл. 12.4) 2. В виде инертных материалов в золе: металлы 3. См. <i>Древесина. Растительные и животные отходы</i> (табл. 12.4)	1. См. <i>Древесина. Растительные и животные отходы. Бумага. Ткань. Каучук. Пластмассы</i> (табл. 12.4)	1. См. <i>Древесина. Растительные и животные отходы. Бумага. Ткань. Пластмассы. Каучук</i> (табл. 12.4) 2. Влияние сжигания лекарств на здоровье человека точно неизвестно, но, видимо, невелико
--	---	---	---	---

4. Стальные иглы, лезвия и прочее (Fe, Al, Cr, Ni)
5. Бутылки, стаканы, лабораторная посуда
6. Остатки лекарств
7. Человеческие ткани
8. См. *Прачечные*
9. См. *Столловые* (1,5—29,5 кг/день)

Рынок

Тара и бумага
Пластмассы
Древесина
Мясные отходы
Зола и мусор

1. Картон, крафт-бумага, древесина (5,5—10,5 кг/чел.-день)
2. Фруктовые и овощные отбросы (около 8,5 кг/чел.-день)
3. Жиры, кости, перья, обрезки мяса

1. См. *Растительные и животные отходы. Древесина* (табл. 12.4)

1. См. *Растительные и животные отходы. Древесина* (табл. 12.4)

1. Возможно размножение мух и насекомых
2. Возможен неприятный запах

Столловые (№ пп. ст. 2—5 соответствуют № пп. ст. 1)

1. Пищевые отходы

1. Зерно, кофе, мясные обрезки, фрукты, кожура и зерна, овощи и отходы овощей, яичная скорлупа, кости
2. Древесина, ткань, пластмассы, крафтбумага, картон, сталь, олово, алюминий, никель, стекло
3. Керамика, стекло, пластмасса, железо, алюминий

1. См. *Растительные и животные отходы. Древесина* (табл. 12.4)
2. См. *Древесина. Ткань. Пластмасса. Бумага. Растительные и животные отходы* (табл. 12.4). В виде инертных материалов в золе: железо, алюминий, стекло, керамика, сталь
В выбросах: олово, оксиды железа и алюминия

1. См. *Растительные и животные отходы* (табл. 12.4)
2. См. *Древесина. Ткань. Пластмасса. Бумага. Растительные и животные отходы* (табл. 12.4)
2 и 3. Кислые воды, образующиеся при растворении CO₂, растворяют оксиды железа, которые попадают в грунтовые воды

1 и 2. См. *Растительные и животные отходы. Ткань. Древесина. Пластмассы. Бумага* (табл. 12.4)
Возможно размножение трихинококков
3. Наличие железа в воде может вызвать местные экономические затруднения

2. Тара для фруктов и овощей: корзины, ящики, канистры, бутылки

3. Кухонная посуда

Газетная продукция

Бумага
Отходы делопроизводства

См. *Полиграфия* (табл. 12.5)
Чернила, копировальная бумага (см. *Отходы делопроизводства*)

См. *Бумага* (табл. 12.4); см. *Отходы делопроизводства*

См. *Бумага* (табл. 12.4); см. *Отходы делопроизводства*

См. *Бумага* (табл. 12.4); см. *Отходы делопроизводства*

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и продуктов при различных способах обработки		Влияние на здоровье человека (по данным на 1968 г.)
		сжигание	свалки	
1	2	3	4	5

Строительные пиломатериалы (№ пп. ст. 2—5 соответствуют № пп. ст. 1)

1. Древесные отходы: опилки, обрезки, стружка, скрап 2. Перекрытия 3. Упаковка: корзины, ящики, упаковочная бумага 4. Прочее	1. Лигнин и целлюлоза, смолы. 2. Встречаются битум, асбест, войлок, гудрон 3. Бумага, стальная проволока, пластмасса, пенопласт, древесина 4. Встречаются портландцемент, песок, глина, кирпич, гудрон, керамнка, опилки	1. См. Древесина (табл. 12.4) 2. См. Отходы нефтеочистки (табл. 12.5) 3. См. Бумага. Древесина. Пластмассы (табл. 12.4) 4. Встречаются в виде инертных веществ в золе: цемент, песок. В выбросах: окислы серы и углерода. См. также Производство товаров из древесины (табл. 12.5, ст. 3, п. 3)	1. См. Древесина (табл. 12.4) Производство товаров из древесины (табл. 12.5) 2, 3, 4. Бумага. Древесина. Пластмассы (табл. 12.4). См. Производство товаров из древесины (табл. 12.5) 3, 4. См. Обработка камня, глины и стекла (табл. 12.5) См. Прочие (табл. 12.4)	1. См. Ткань. Древесина (табл. 12.4) 2, 4. Асбестовые волокна представляют опасность для легочной ткани 3, 4. Пластмасса. Бумага (основная опасность для здоровья возникает при сжигании бумаги, древесины и пластмасс), (табл. 12.4)
---	---	--	--	---

Делопроизводство (№ пп. ст. 2—3 соответствуют ст. 1)

1. Бумага (включая упаковочную) 2. Бутылки, ручки, карандаши, ленты для пишущих машинок, мусор	1. 0,6—0,8 кг бумаги на каждого служащего в день (крафт, картон, книги, журналы, газеты и пр.) 2. Стекло, пластмасса, сталь, алюминий, ткань (в среднем 0,7 кг на одного служащего в день)	1. См. Бумага (табл. 12.4) 2. См. Стекло. Пластмассы. Ткань (табл. 12.4); в золе инертные вещества: металлы (железо, алюминий)	1. См. Бумага (табл. 12.4) 2. См. Стекло. Пластмассы (металлы не имеют большого значения), табл. 12.4	1 и 2. Бумага. Пластмассы. Стекло (табл. 12.4)
---	---	---	--	--

Водопровод. Отопление. Кондиционирование. Электропроводка

Металл: скрап, обрезки Изоляция Мусор при сносе Прочее	Сталь, железо, цинк, алюминий, медь, кадмий, свинец, латунь Фиберглас, асбест, пенопласт, бумага Древесина, гипс, цемент, битум, гудрон Каучук, пластмассы, природные и синтетические волокна, тряпье	См. Металл. Бумага. Каучук. Ткань. Пластмассы. Древесина. Стекло (табл. 12.4) См. Производство первичных металлов (табл. 12.5)	См. Металл. Бумага. Каучук. Ткань. Пластмассы. Древесина. Стекло (табл. 12.4) См. Производство первичных металлов (табл. 12.5)	См. Металл. Бумага. Каучук. Ткань. Пластмассы. Древесина. Стекло (табл. 12.4) Стекловолокно представляет опасность для легочной ткани
---	--	---	---	--

1. Банки для красок и пигментов	1. Fe, Al, Pb, Zn, Sn, Sb, Cr, Cu, бумага	1. Металлы находятся в золе	1. В отвалах в виде инертных веществ	1. Безопасно
2. Кисти, валики и опалубка	2. Древесина, каучук, сталь, природные и синтетические волокна, пластмасса, ткань	2. См. <i>Древесина. Каучук. Пластмассы. Ткань</i> (табл. 12.4)	2. См. <i>Древесина. Каучук. Пластмассы. Бумага. Ткань</i> (табл. 12.4)	2. См. <i>Древесина. Каучук. Пластмасса. Ткань. Бумага</i> (табл. 12.4)
3. Растворители	3. Скипидар, фракции нефти, льняное и тунговое масла	3. См. <i>Отходы нефтеочистки</i> (табл. 12.5, ст. 2, п. 1)	3. Растворители могут проникать в грунтовые воды и загрязнять их	3. См. <i>Отходы нефтеочистки</i> (табл. 12.5)
4. Остатки красок и пигментов	4. Неорганические пигменты, азосоединения, силикаты, глина, наполнители	4. Неорганические пигменты в выбросах в виде твердых частиц. В виде газов: ZnS, Zn, SO ₂ , SO ₃ , Pb, Ba, CO, CO ₂ , Ti, Cr, Cd Наполнители или в золе или в выбросах	4. Могут проникать в грунтовые воды: ZnO, Fe ₂ O ₃ , CaCO ₃ ; MgCO ₃ в кислой (H ₂ CO ₃) воде	4. Понижается качество воды; цинк представляет собой опасность

Таблица 12.8. Влияние специальных отходов на здоровье человека

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и продуктов при различных способах обработки		Влияние на здоровье человека (по данным на 1968 г.)
		сжигание	свалки	
1	2	3	4	5

Отходы при работах по сносу и строительству

Металл: конструкции, отливки, арматура, кабели, гвозди, листовой металл, кровля, трубы, детали, проводка Дерево: фанера, плетоматериалы, рейки, двери, рамы, конструкции, пила, деревья Инертные материалы: кирпич, камень, бетон, штукатурка, черепица, стекло, земля Разное: бумага, тряпье, настилы, изоляция	Fe, Al, Cu, Zn, Pb Сталь, бронза Лигнин и целлюлоза Керамика, гипс, стекло, бетон, камень, кирпич, песок Каучук, пластмасса, стекловолокно, бумага, асбест, ткань, битум, пеноматериалы	1. В виде инертной золы: Fe, Al, Cu, сталь, свинец, цинк, CaO, камень, кирпич, шлак. См. <i>Металлы</i> (табл. 12.4) 2. В выбросах: свинец, цинк, CO, CO ₂ , SO ₂ , SO ₃ , окислы азота, асбест, низкомолекулярные углеводороды и полиненасыщенные углеводороды См. <i>Дерево. Пластмассы. Ткань. Каучук</i> (табл. 12.4)	1. Остаются на свалке в виде инертных веществ: металлические предметы и инертные материалы (ст. 1, п. 3) 2. Проникают в грунтовые воды: с кислыми водами карбонат железа, окись цинка и т. д., см. <i>Металлы</i> (табл. 12.4)	1. См. <i>Дерево. Ткань. Каучук. Пластмассы. Металлы</i> (табл. 12.4) 2. Асбестовая ткань и стеклянная вата разрушают легочную ткань 3. Свалки данного типа отходов могут нарушать ландшафт 4. Подобные свалки создают среду для размножения многих вредных насекомых
---	---	--	---	--

Источник отходов	Тип отходов	Изменение сырья и продуктов при различных способах обработки		Влияние на здоровье человека (по данным на 1968 г.)
		сжигание	свалки	
1	2	3	4	5

Старые автомобили (№ пп. в ст. 2—5 соответствуют № п. ст. 1)

<p>1. Металл: корпус, двигатель, рама, радиатор, аккумулятор, тормоза и т. д. 2. Неметаллы: обивка, шины, половники, окна, изоляция</p>	<p>1. Железо и сталь (1360 кг), медь и ее сплавы (18 кг), свинец (10 кг), сплавы цинка (36 кг), сплавы алюминия (16 кг), хром, кадмий 2. Каучук (72 кг), пластмассы (29 кг), изоляция (18 кг), стекло (38 кг), картон, фибра, ткань, краска</p>	<p>1. Не сжигается 2. См. <i>Пластмассы. Каучук. Стекло. Ткань. Бумага</i> (табл. 12.4).</p>	<p>1. На свалке инертны 2. См. <i>Пластмассы. Каучук. Ткань. Бумага</i> (табл. 12.4)</p>	<p>1. Отрицательное эстетическое воздействие Сжигание аккумуляторов увеличивает содержание свинца, см. <i>Металлы</i> (табл. 12.4) 2. См. <i>Каучук, Пластмассы. Ткань. Бумага</i> (табл. 12.4); см. <i>Отходы нефтеочистки</i> (табл. 12.5)</p>
---	---	--	--	--

Шламы очистки сточных вод (обрабатываются отдельно от других отходов)

<p>Необработанный и обработанный канализационный шлам</p>	<p>1. Древесные и животные отходы; лигнин, целлюлоза, белок, протениндамины, органические азотные полупродукты, бактери, вирусы, неорганические вещества (см. 12.6. <i>Навоз</i>) 2. Целлюлоза, лигнин, пектиновые производные белка и жиров, аминокислоты, сульфаты, нитраты, нитриты, сульфиды, фосфаты, бикарбонаты K, Mg, Ca, Zn, Cr, Sn, Mn, Fe, Cu</p>	<p>См. <i>Древесина. Растительные и животные отходы</i> (табл. 12.4)</p>	<p>1. См. <i>Древесина</i> (табл. 12.4); см. <i>Навоз</i> (табл. 12.6) 2. Компостирование уничтожает патогенные вещества</p>	<p>1. <i>Древесина</i> (табл. 12.4) 2. Бактерии и вирусы могут попасть в грунтовые воды 3. Искользованный или часто применяют для удобрения. Паразиты, вирусы и прочие могут быть опасны, если используется отработанный или</p>
---	--	--	--	--

2,5 м, длина которых от 2,5 до 5 м. Над печью помещена сетка, которая удерживает частицы больших размеров. В этих печах сжигали нитроцеллюлозу, древесину, кабельные катушки, пластмассу и прочие отходы. Для сжигания влажных или очень плотных отходов необходимо увеличить время их сжигания.

Для сжигания отходов применяют также форсунку с коническим факелом. Она работает наиболее эффективно, если есть постоянный подвод воздуха, обеспечен контроль загрязнения воздуха и работа проводится с соблюдением правил техники безопасности [15]. Форсунки с коническим факелом широко использовались для сжигания отходов деревообрабатывающей промышленности, но в настоящее время вследствие ужесточения контроля загрязнения они применяются реже.

Конические форсунки обычно имеют диаметр 6 м и такую же длину. Две стальные раковины обеспечивают охлаждение; внутренняя стенка воздухо непроницаема, внешняя же хорошо вентилируется.

Отверстия и воздухопроводы должны работать непрерывно, чтобы обеспечить достаточную подачу воздуха и его перемешивание. Охлажденная зола убирается. При отборе золы может происходить загрязнение воздуха даже в большей степени, чем при самом сжигании. Смачивание золы уменьшает загрязнение, но избыток воды может затруднять работу машин или самой печи.

Промышленные жидкие отходы часто сжигаются открытым способом. Их смешивают с топливом и впрыскивают в сопло форсунки. Топливо добавляют в таком количестве, чтобы обеспечить теплотворность 4725 ккал/л для поддержания реакции. Размер сопла можно видоизменять для сжигания самых вязких жидкостей. Некоторые отходы не требуют дополнительной подачи чистого топлива после того, как произошло возгорание. Стоимость такого процесса колеблется 2—6 цента на 1 л отходов, что можно объяснить стоимостью дополнительной подачи топлива.

В жидких отходах часто содержится хлор. Для удаления хлористого водорода из потока газа достаточно использовать скрубберы. Другие галогены, например бром, требуют щелочного скруббера, что увеличивает стоимость процесса. Неудивительно, что часто стоимость скруббирования превышает стоимость сжигания.

Некоторые промышленные отходы при сжигании начинают размягчаться, плавиться и течь. Эти проблемы можно решить, если использовать вращающиеся печи; в таких устройствах помещаются большие количества отходов, чем в неподвижных печах.

В промышленности для переработки отходов обычно применяют устройства небольших размеров. Но при использовании таких устройств возникает проблема загрязнения воздуха. В новых конструкциях применяется влажное скруббирование и даже электростатическое осаждение. Одним из новых проектов является сжигание отходов в условиях недостатка воздуха. В таких устройствах часть отходов сжигается, другая же часть подвергается пиролизу. При этом происходит минимальное загрязнение воздуха, а выделяю-

щие газы могут использоваться в качестве низкокачественного топлива. Такие устройства, видимо, обладают преимуществами, но они мало распространены и отсутствует достаточная информация, чтобы по существу оценить их.

В Европе и США используется пиролиз промышленных отходов. Работа таких установок зависит от подачи достаточного количества горючих отходов. Если отходы не относятся к группе «небольшие горючие», они должны пройти предварительную обработку.

Пиролиз не является подлинным сжиганием, скорее это нагревание отходов в отсутствие воздуха, при котором образуются газы, масла и кокс. Масла и газы можно использовать для поддержания горения или нагревания; а избыток газа — в каких-либо других целях. Кокс применяют как топливо или как фильтр для определенных химических процессов. Но данных по этому способу обработки отходов очень мало (см. также гл. 6).

12.4.3. Химическая обработка

Известно несколько источников, где содержатся сведения о химической обработке отходов [16, 17, 18]. Химические процессы обработки промышленных отходов включают осаждение, коагуляцию, нейтрализацию и отверждение. При выборе того или иного метода химической обработки каждого вида отходов обязательно возникают проблемы. Некоторые отходы нельзя обрабатывать обычными способами вследствие их химических свойств. Не следует также применять какой-либо способ, не проверив его на лабораторной или полупромышленной установке. Такие испытания следует проводить, чтобы избежать неприятных сюрпризов в процессе эксплуатации установки.

Отверждение является методом обработки жидкостей для сброса их на свалку. В одном из способов отверждения используют добавление силиката натрия для превращения жидких отходов в более удобную для захоронения форму. Стоимость процесса колеблется от 0,5 до 2 центов за 1 л в зависимости от степени обработки и количества отходов. В данное время информация для определения влияния такого процесса на окружающую среду недостаточна, особенно в тех случаях, когда образуется насыщенный продукт или он подвергается температурным изменениям.

Федеральное правительство США недавно разработало проект о четком определении центральных мест сбора и хранения наиболее опасных отходов. Принятие такого проекта зависит от механизма концентрации отходов в местах обработки или хранения. Так как транспортировка таких отходов может привести к еще большей опасности для здоровья и, кроме того, потребуются специальные транспортные средства, трудно предположить, что этот проект встретит одобрение. Альтернативой может служить нейтрализация или дезактивация токсичных отходов в процессе их образования, что позволит отказаться от их транспортировки, но приведет к использованию дорогостоящего оборудования.

12.4.4. Приложение

Перечень вредных веществ

Ацетальдегид	Аммония пикрат (влажный)
Уксусная кислота	» сульфид
Уксусный ангидрид	Амилацетат
Ацетон	Амиловый спирт
» циангидрин	Анилин
Ацетонитрил	Антрацен
Ацетила хлорид	Сурьма
Ацетилен	Сурьмы пентахлорид
Акридин	Сурьма пятифтористая
Акролеин	Сурьмы пентасульфид
Акриловая кислота	Сурьма-калий тартрат
Акрилонитрил	Сурьмы сульфат
Алдрин	» сульфид
Аллиловый спирт	» тризил
Аллилхлорид	Сурьма треххлористая
Алюминия хлорид	» трехфтористая
» оксид	Сурьмы триметил
» сульфат	» трехокись
Гидроокись аммония	Мышьяк
Аммония хлорид	Мышьяка хлорид
» хромат	» диэтил
» бихромат	» диметил
» фторид	» пентаселенид
» нитрат	» трихлорид
» перхлорат	» трехокись
» персульфат	Асбеста частицы
» пикрат (сухой)	Бария карбонат
Бария хлорид	Бутилальдегид
» цианид	Диметилмышьяковая кислота
» фторид	Кадмий
» нитрат	» хлорид
» сульфид	» цианид
Бензол	» фторид
» шестихлористый	» нитрат
» сульфоновая кислота	» окись
Бензойная кислота	» фосфат
Бензил хлорид	» калия цианид
Бериллия карбонат	Кадмия сульфат
» хлорид	Кальция арсенат
» гидроксид	» арсенид
» окись	» карбид
» порошок	» цианид
» селенат	» фторид
Бор треххлористый	» гидрид
» трехфтористый	» гипохлорит
Бромистоводородная кислота	» окись
Бром	Углерода дисульфид
» пятифтористый	» окись
Бутадиен	» тетрахлорид
Бутан	» хлорид (фосген)
Бутанол	Хлоральгидрат
Бутен-1	Хлор
Бутилацетат	» трифторид
Бутилакрилат	Хлорацетофенон
N-Бутиламин	Хлорбензол
Бутилмеркаптан	Хлороден
Бутилфенол	Хлороформ
Хлорсульфоновая кислота	ДДТ

Хромовая кислота	ДДТ
Хрома фторид	Диборан
» сульфат	Дихлорэтиловый эфир
» цианид	Дихлорметан
Уголь (частицы)	1, 2-дихлорпропан
Кобальта хлорид	1, 3-дихлорпропен
» нитрат	Диэтаноламин
Меди ацетоарсенит	Диэтиламин
» цианид	Диэтиловый эфир
» нитрат	Диэтилена двуокись
» сульфат	Диэтилена триамин
Креозот	Диэтилотилбестрол
Крезол	Диизобутилен
Кротональдегид	Диизобутилкетон
Кумен	Диметиламин
Цианиды	Диметилсульфат
Циануксусная кислота	2, 4-динитроанилин
Циклогексан	Динитро-о-крезолы
Циклогексанол	О-динитробензол
Циклогексанон	2, 4-динитрофенол
Циклогексиламин	2, 4-динитротолуол
Деметон	Дифениламин
Дециловый спирт	Дипропиленгликоль
Дибутилфталат-н	Додециловый бензол (неочищенный)
Д-дихлорбензол	Эндрин
П-дихлорбензол	Эпихлоргидрин
2, 4-дихлорфеноксиуксусная кислота	Этан
Этанол	Муравьиная кислота
Этаноламин	Фурфураль
Эфиры	Фурфуроловый спирт
Этилацетат	Гутион
Этилакрилат	Гептахлор
Этиламин	Гептан
Этилбензол	Гексахлорофен
Этилхлорид	Гексаэтилтетрафосфат
Этилен	Гексаметилендиамин
» бромистый	Гексан
» циангидрин	Гидразин
» диамин	Бромистоводородная кислота
» двубромистый	Соляная кислота
» двухлористый	Циановая кислота
» гликоль	Фтористоводородная кислота
Этиленгликоль моноэтиловый эфир	Хлористый водород
Этиленгликоль моноэтиловый эфир ацетат	Перекись водорода (свыше 52%)
Этиленгликоль окись	П-гидрохинон
Этиленимин	Сероводород
2-этилгексанол	Йод
Этила меркаптан	Изобутилацетат
» метилкетон	Изобутиловый спирт
» фталат	Изофорон
2-этил-3-пропил акролеин	Изопрен
Железа сульфат	Изопропанол
Фториды	Изопропилацетат
Фтор	Изопропиламин
Формальдегид 37% р-р)	Изопропиловый эфир
Свинец ацетат	Свинец
» арсенат	Метилакрилат
	Метиламин
	Метиламинилловый спирт

- » арсенит
- » карбонат
- » хлорит
- » цианид
- » нитрат
- » нитрит
- » окись
- Литий-алюминий гидрид
- Магния арсенит
- » хлорат
- » сульфат
- Малеиновый ангидрид
- Марганец
- » арсенат
- » хлорид
- » цикlopентадифилтри-
- карбонил
- Ртуть хлорид
- » цианид
- » диаммоний хлорид
- » нитрат
- » сульфат
- Ртуть
- » соединения (органич.)
- Мезитила окись
- Метанол
- Метилацетат
- Нитроэтан
- Нитроглицерин
- Нитрометан
- Нитропарафины
- П-нитрофенол
- Нитропропан (1 и 2)
- П-нитротолуол
- Азота окись
- Щавелевая кислота
- Параформальдегид
- Паратион
- Пентаборан
- Пентахлорфенол
- Н-пентан
- Перхлорная кислота (72%)
- Перхлорэтилен
- Перхлорил фтористый
- Фенол
- Фенилгидрогин гидрохлорид
- Фосфорная кислота
- Фосфор (красный)
- Фосфор (белый или желтый)
- » оксихлорид
- » пятихлористый
- » пентасернистый
- » треххлористый
- Фталевая кислота
- Пикриновая кислота
- Полихлорированные дифенилы
- Натрий амид
- » арсенат
- » арсенит
- » азид
- Метил бромистый
- » хлористый
- » хлорформат
- » формат
- » изобутилкетон
- » меркаптан
- » метариклат мономер
- » паратион
- Монометиланилин
- Морфолин
- Нафта (неочищенная)
- Нафталин
- Нафтиламин-бета
- Никель
- » аммоний сульфат
- » антимонид
- » арсенид
- » карбонил
- » хлористый
- » цианид
- » нитрат
- » селенид
- » сульфат
- Азотная кислота
- Нитроанилен
- Нитробензол
- Нитрохлорбензол (мета или пара)
- Калия арсенит
- » диоксалат
- » хромат
- » цианид (твердый)
- » бихромат
- » фтористый
- » гидроокись
- » оксалат
- » перманганат
- » перекись
- » сульфат
- » сульфид
- Пропан
- Пропиональдегид
- Пропионовая кислота
- Н-пропилацетат
- Н-пропиловый спирт
- Пропиламин
- Пропилен
- Пропиленгликоль
- Пропилена окись
- Пропилен двухлористый
- Пиридин
- Хинон
- Салициловая кислота
- Селен порошок
- Кремний четыреххлористый
- Серебра цианиды
- Натрий
- Натрия тиоцианат
- Олово хлорид (II)
- Олово хлорид (I)
- Стронций

» бихромат	Стирен (фенилэтилен)
» бисульфат	Серы двуокись
» борат	» трехокись
» какодилат	Серная кислота
Натрия карбонат	Сернистая кислота
» » перекись	Сульфурил фтористый
» хлорат	Тантал
» хромат	Циан (газ)
» цианид	Тетрахлорэтан
» фторид	Тетразилсвинец
» формиат	Тетрагидрофуран
» гидрид (кристалл.)	Тетраметилсвинец
» гидросульфит	Тетранитрометан
» гидроокись	Таллий
» иодид	» сульфат
» нитрат (твердый)	Титан четыреххлористый
» нитрит (твердый)	Толуол
» оксалат	» диизоцианат
» окись	Толуидин-о
» перхлорат	Трихлорбензол
» перекись	Трихлорэтан (А или Б)
» фосфат	Трихлорэтилен
Сплав натрия и калия	Трихлорфторметан (Фреон 11)
Натрия сульфид	Триэтаноламин
» сульфит	Триэтиламин
Триэтиленгликоль	
Триэтилентетраамин	
Триметиламин	
Три-о-крезол фосфат	
Скипидар	
Ванадия пятиокись	
» сульфид	
Винилацетат	
Винилхлорид	
М-ксилен	
Ксиленол	
Цинк арсенат	
» арсенит	
» хлорид	
» цианид	
» нитрат	
» окись	
» перманганат	
» перекись	
» сульфид	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. FMC Machinery/Systems Group FMC Corporation, Solid Waste Disposal Systems Analysis (prepared for the City of San Jose and the County of Santa Clara, 1968).
2. Combustion Engineering, Inc. Technical-Economic Study of Solid Waste Disposal Needs and Practices, Industrial Inventory, Volume 2 (preliminary report for the U.S. Public Health Service, 1967).
3. California State Department of Public Health, Status of Solid Waste Management in California (California Solid Waste Management Planning Study, Volume 1, Interim Report, 1968).

4. U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Collection and Disposal of Solid Waste for the Des Moines Metropolitan Area (an interim report, 1968).
5. Regional Solid Waste Management Study: Inventory and Projections 1965—1970. Ohio. Kentucky. Indiana Regional Planning Authority Cincinnati, Ohio and Roy F. Weston, Inc., West Chester, Pa.
6. A statewide comprehensive Solid Waste Management Study — 1970, New York State Department of Health, Albany, N. Y. Prepared by Roy F. Weston, Inc., West Chester, Pa.
7. A Study of Hazardous Waste Materials, Hazardous Effects and Disposal Methods. — Environmental Protection Agency Contract No. 68-03-0032 — Booz-Allen Applied Research Inc. June 30, 19792.
8. Occupational Diseases — A Guide to Their Recognition, 1966, Public Health Service Publication No. 1097, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
9. Clinical Handbook on Economic Poisons, 1963, Public Health Service Publication No. 476, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
10. Dangerous Properties of Industrial Materials, 4th Ed., N. Irving Sax, Van Nostrand Reinhold Publishing Company, 1975.
11. Handling Guide for Potentially Hazardous Materials, Material Management and Safety, Inc. 6311 Gross Point Rd. Niles, Illinois 60648, 1975.
12. Laboratory Waste Disposal Manual, Manufacturing Chemists Association, Washington, D.C., 1974.
13. Gouleke and McGauhey. Comprehensive Studies of Solid Waste Management, Public Health Service Publications, No. 2039, Environmental Health Service, Washington, D.C.
14. Personal report from J. Ronald Lawson, P.E., Roy F. Weston, Inc., West Chester, Pa.
15. Achinger, William C. Study Report on a Pilot-Plant Conical Burner, Department of HEW, PHS, EHS, Bureau of Solid Waste Management, 1970.
16. *The Water Pollution Control Research Series*. Office of Water Quality. Environmental Protection Administration.
17. *Theories and Practices of Industrial Waste Treatment Nemerow*.
18. *Industrial Pollution Control Handbook* ed Herbert F. Lund.
19. National Environmental Research Center, Environmental Protection Agency (Contract No. 68-03-0156).

РАЗРАБОТКА МАРШРУТОВ И ПУНКТОВ СБОРА ОТХОДОВ

Д. Ф. Хадсон, Д. Х. Марк

При выборе маршрутов, пунктов сбора отходов и решении других задач, связанных со сбором твердых отходов, большое значение имеет применение ЭВМ и математического анализа. Исследование операций представляет собой набор математических методов, основанных большей частью на использовании высокоскоростных компьютеров с целью получения количественной информации, которая позволяет определить эффективность существующей системы. Модель системы может быть очень простой и очень сложной в зависимости от того, насколько полно она охватывает все процессы, связанные со сбором и переработкой отходов.

Модель может быть составлена неверно из-за ошибочного предствления или невозможности получить всю информацию о процессах. Формальное построение модели для компьютера, основанное на изучении методологии операций, не означает, что проблема решена. Обычно при моделировании возникает больше вопросов, чем дает ответов модель и, могут потребоваться дополнительно данные.

13.1. Система выбора маршрута

При разработке системы выбора маршрутов машин, собирающих отходы, учитывались не только оптимальные варианты маршрутов, но и ограниченность ресурсов. Поскольку количество твердых отходов в течение года значительно изменяется, необходимо проектировать гибкую систему сбора отходов. Проектируемые маршруты должны быть настолько эффективны, чтобы сбор занимал минимум времени и расстояние было бы наименьшим. Если маршрутная система предназначена для использования местным управлением, то требуемых данных для моделирования должно быть как можно меньше, поскольку трудно собирать новые данные и возможности вычислительных машин ограничены. Эти положения по разработке системы были использованы Массачусетским технологическим институтом, который на основании данных г. Бруклина (шт. Массачусетс) процесс выбора маршрутов разбивает на три основных этапа:

- 1) оценка количества отходов с разбивкой по домам или по кварталам;
- 2) составление общих маршрутов по районам;
- 3) составление маршрута конкретно для каждого грузовика.

Это даст возможность разработать достаточное количество гибких маршрутов, учитывающих сезонные изменения. Стоимость применения этой системы и требования к компьютеру или техническому персоналу зависят только от районирования. Для небольших районов можно рассчитывать «вручную» этим методом 10—20 маршрутов в неделю. Для больших городов необходимо разрабатывать

маршруты с помощью компьютера. Для небольших городов требуется очень немного данных, возможно только за три месяца по 100—200 кварталам, выбранным случайным образом. Информация, собираемая при регулярных наблюдениях, позволит создать модель образования отходов в городе и будет очень полезна для долгосрочного планирования. Информация, получаемая в результате переписи населения, может использоваться для создания модели удаления отходов.

13.2. Районирование

Разработка эффективных маршрутов для каждого участка сбора отходов и для каждой машины не вызывает трудностей. Сложнее разделить огромную территорию на районы с четкими границами. При разработке маршрута важно охватить все улицы самым экономичным способом независимо от типа улицы и количества отходов. Определение территории района зависит от особенностей города, мощности используемого для сбора отходов оборудования, расстояния перевозки отходов, топографии, численности населения и характера сезонных изменений. Создать модель, которая будет охватывать все эти факторы и даст хорошие результаты для ряда маршрутов, очень трудно, учитывая имеющуюся технику и данные.

Необходимо определить любым путем количество отходов, образующихся на каждой улице, а также среднее время выгрузки мусорных контейнеров, среднее время транспортирования между остановками и время перевозки. Используя эти данные, легко подсчитать требуемое среднее время, необходимое для сбора отходов в каждом квартале, и среднее количество собираемых отходов. При составлении маршрута для района эти кварталы komponуют таким образом, чтобы маршрут был оптимальным и реальным, а время транспортировки минимальным. В небольших городах районирование может быть проведено без компьютеров, в крупных городах (с населением более 25 тыс. чел.) желательно использовать компьютер и алгоритм такой же, как при создании административных районов [1, 2]. С помощью этих алгоритмов можно определить для районов приблизительно равную нагрузку.

13.3. Модели образования отходов

Выбор маршрута зависит от количества образующихся отходов, которые определяют в нескольких пунктах сбора отходов. Даже при этом дорогостоящем способе остается открытым вопрос, когда надо проводить измерения и насколько представительными они являются. Но не зная ответов на эти вопросы, трудно получить достоверные сведения о количестве образовавшихся отходов. Подобные данные можно получить простым умножением предполагаемого населения на коэффициент образования отходов, но этот способ плохо отражает сезонные изменения.

Модели должны не только описывать события, но и предсказывать наиболее эффективные способы сбора отходов. Можно пред-

положить, что модель, основанная на вероятностных методах, предпочтительнее для выбора общих условий, чем модели, основанные на простом экстраполировании и корреляции.

Четыре основных фактора характеризуют образование твердых отходов для частных квартир — это число жильцов, общий размер и характер жилья, уровень дохода и социальный уровень.

Квартиросъемщики — независимые «производители» отходов, количество которых не меняется при замене соседей. С ростом населения увеличивается общее потребление продукции и соответственно количество отходов. Количество товаров и их использование также зависят от характера занимаемой площади. Обычно при большей занимаемой площади образуется больше отходов.

По-другому влияет уровень дохода на количество отходов; больший доход ведет к росту потребления, но может несколько уменьшить образование отходов из-за использования товаров лучшего качества. Таким образом, изучая уровень жизни людей, можно получить данные, которые нельзя подсчитать иным путем. Например, супружеская пара со скромным материальным достатком будет «производить» меньше отходов, чем двое студентов, занимающих аналогичную квартиру; в семье с двумя дошкольниками образуется больше отходов, чем в семье с двумя школьниками старших классов. Предполагается, что модели, построенные по данным переписи, учитывают эти четыре фактора.

Эти модели были сделаны для Бруклина, они скорректированы на основе статистических данных переписи населения по районам. Для корректировки модели на основании собранной информации были выбраны 103 квартала со средним населением 110 чел. в квартале. На рис. 13.1 показано расположение кварталов.

Были использованы следующие значения переменных величин:

Значения переменных	Символы
Население в квартале	POP
Общее число единиц жилья в квартале	DUTOT
Общее количество квартир в квартале:	
однокомнатных	DU1
двух—четырёхкомнатных	DU24
с пятью и большим числом комнат	DU50
Среднее значение месячной квартирной платы, долл.	AVRENT
Средняя стоимость дома, тыс. долл.	AWALUE
Медиана дохода в квартале:	
низкий	IL (IL=1, если доход низкий, в других случаях IL=0)
средний	IM (IM=1, если доход средний, в других случаях IM=0)
Количество некомпактных отходов в квартале, галлонов	GALS

13.4. Применение моделей образования отходов

Для прогнозирования количества отходов в районе на основе статистических данных переписи и сведений об отходах были составлены три уравнения: в первом количество отходов являлось

функцией типа дома и дохода, во втором — только типа дома и в третьем — только общей площади:

$$GALS = \left\{ \begin{array}{l} 1245, \text{ если низкий доход} \\ 1281, \text{ если средний доход} \\ 626 \text{ при высоком доходе} \end{array} \right\} +$$

$$+ 35DU1 + 37DU24 + 8DU50; \quad (1)$$

$$GALS = 1038 + 37DU1 + 41DU24 + 9DU50; \quad (2)$$

$$GALS = 1541 + 15DUTOT. \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что каждый добавочный дом в районе увеличивает количество отходов на 57 л в неделю. Стандартная ошибка коэффициента при ДИТОТ составила порядка 3. Согласно уравнению (2), дом или квартира из четырех комнат, занимаемая одной семьей, дает в неделю около 151 л отходов, а квартира большой площади — 34 л. Уравнение (1) позволяет учесть среднее значение дохода.

Информация, полученная с помощью статистических данных, имеет степень достоверности 95%, что соответствует значению множителя ДИТОТ от 9 до 21. Другими словами, при увеличении количества жилья на единицу количество отходов в среднем в неделю увеличивается на 34—45 л.

Насколько точно составлена модель, можно проверить двумя способами: первый F — критерий, который определяет, работает ли данная модель лучше, чем метод случайной выборки. Все три рассмотренные нами модели удовлетворяют этому критерию. Поэтому можно сделать вывод, что доход и тип здания влияют на образование отходов. Менее важный критерий R^2 показывает, насколько точно уравнения описывают изменения количеств отходов. Уравнение (3) объясняет только 24% изменений, а уравнения (1) и (2) — только 36%, т. е. все они неудовлетворительны. Эти результаты свидетельствуют о том, что модель включает лишь некоторые важные факторы. Например, не был предусмотрен такой параметр, как количество жильцов на одного квартиросъемщика.

Согласно модели, описываемой уравнением (1), за единицу жилья принята квартира из двух—четырех комнат, которая может давать меньше отходов, чем однокомнатная квартира. В крупном здании на образование отходов влияет число небольших квартир. Эти выводы хорошо согласуются с вероятностными изменениями численности населения и образа жизни. В уравнение (1) вошли величины, характеризующие доход населения. Установлено, что в районах, где проживают семьи с низким доходом, производится и больше отходов. Уравнение (2) отражает изменения доходов. Действительно, приведенные коэффициенты почти идентичны коэффициентам в уравнении (1). Это подтверждает предположение о том, что изменения доходов влияют на количество отходов независимо от количества квартир.

Все уравнения имеют большие значения констант. Это свиде-

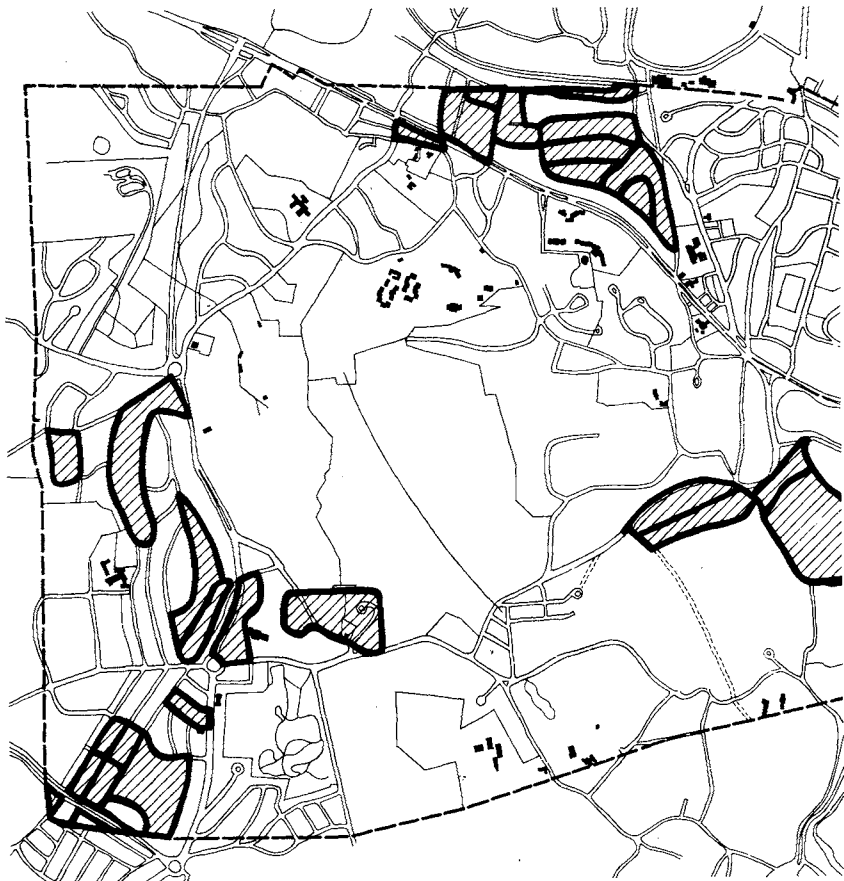


Рис. 13.1. Кварталы, используемые для корректировки

тельствует о том, что данное количество отходов не зависит от других факторов. Рассматриваемые уравнения полностью не объясняют образования отходов, что обусловлено в большей степени характером использованных данных. Такие ошибки могут быть из-за систематических погрешностей в основных данных и в результате ошибок в расчетах.

Для уменьшения размера ошибок можно при районировании включать меньше кварталов. В дальнейшем для моделирования процесса образования отходов будет использоваться больше случайных данных.

При районировании города Бруклина был использован компьютер [3], и результат нанесен на карту города (рис. 13.2). Как предполагалось, в северном секторе больше собирается отходов, чем в южном, менее плотно заселенном. Районирование может также показывать, сколько обслуживающих организаций необходимо привлечь для удаления отходов.



В 40 районах максимально допустимая разница между самым маленьким и самым большим районом составляла 20%. Районирование по количеству образующихся отходов и эффективно, и недорого; районирование по предполагаемому времени сбора приведет к равным рабочим нагрузкам, и такому методу будет отдаваться предпочтение.

13.5. Микромаршруты

Выбор маршрутов машин, в основном, зависит от организации уличного движения. Место сбора, частота сбора, погодные условия, численность бригады, тип оборудования и его мощность, так же, как и другие компоненты модели, влияют и на сроки сбора, и на количество образованных отходов. Для оценки времени сбора и количества отходов в зависимости от принятого маршрута машин использовали два различных способа: аточный и узловый.

Сеть городских улиц может быть представлена как сетка уличных сегментов (или арок), связанная в местах пересечений (или



Рис. 13.2. Сорок районов, образованных на основе предполагаемого времени сбора с учетом времени транспортировки

узлов). Предполагается, что при узловом маршруте места сбора отходов находятся в узлах сетки, и прежде всего следует определить кратчайший путь, по которому следует двигаться машине, чтобы объехать все пункты сбора.

При арочном маршруте пункты сбора отходов должны быть расположены вдоль арок. При составлении маршрута следует выбрать самый дешевый, позволяющий охватить все пункты, расположенные вдоль арок.

Выбор метода в значительной степени зависит от поставленной задачи. Для сбора отходов в районе жилых домов, где машины, проезжая по улицам, забирают отходы через небольшие интервалы, лучше использовать арочные маршруты. Для сбора отдельных крупных грузов, как при контейнерной системе, объемных грузах или при небольших областях, разбросанных в округе, предпочтительны поездки по узловым маршрутам.



13.6. Арочные маршруты

Расчет арочного маршрута был сделан Эйлером в известной задаче для семи мостов Кенигсберга [4]. При этом методе выбора маршрута приходится иметь дело с «нечетными номерами узлов», т. е. с пересечениями нечетного числа дуг, находящихся на нем. При нечетном числе узлов грузовики пройдут путь, соответствующий уличным сегментам. Допустим, например, Y — форма пересечения, т. е. случайный узел трех случайных дуг. При первом проезде через это пересечение грузовик собирает отходы с двух дуг, при втором проезде — с третьей дуги, затем достигает центра Y и возвращается по одной из трех дуг второй раз. Такой же путь он совершает и при пересечении пяти, семи или любом другом нечетном числе дуг.

Маршрут, рассчитанный Эйлером, следует признать оптимальным, так как по дуге грузовик проезжает только один раз.

Такой вариант возможен, если сетка содержит не более двух нечетных узлов. Имеется простой наглядный метод расчета эйлеровского маршрута в простой сетке: применение алгоритма, позволяющего избежать «перешейков». Маршрут может начинаться в любой точке сетки, и машина может объезжать края в любом порядке при условии, чтобы не образовалось два отдельных, не связанных друг с другом района.

Шустер и Шур [5] разработали простой способ расчета маршрутов по дугам с односторонним сбором, где общее уменьшение пути связано с минимизацией И-образных поездок и поездок по левой стороне. Этот способ основан на точных расчетах. Согласно этому маршруту, движение предусмотрено, где это допустимо, по часовой стрелке вокруг кварталов.

Чтобы получить решения, близкие к оптимальным, а также сэкономить средства, которые надо было бы затратить на обработку с помощью компьютера, Стрикер [6] предлагает при разработке маршрутов движения машин по сбору твердых отходов пользоваться картой и применять правило отрицательного цикла: в любой петле сетки, где начало и конец пути совпадают в одной точке, некоторые участки дуги машина может проезжать дважды. Если эта часть пути меньше половины петли, то общее расстояние может быть уменьшено за счет повторного прохождения этой части дуги. Это и есть ключ к алгоритму, и участок петли, подобный этому, где больше половины пути проезжается дважды, считается отрицательным циклом (рис. 13.3).

Рассмотрим описание алгоритма Стрикера:

- 1) идентификация и определение нечетных узлов;
- 2) составление сетки, объединяющей нечетные узлы;
- 3) выявление отрицательных циклов;
- 4) замена пары ДА на АВСДА, если обнаружен отрицательный цикл, например, на петле АВСДА (где АВ и СД объединены), и выявление отрицательных циклов;
- 5) минимизация расстояний, если отсутствуют отрицательные циклы. К составленной сетке можно дополнять дуги и составлять маршруты Эйлера.

Метод разработки маршрутов, по Стрикеру, имеет некоторые преимущества перед другими способами: можно принимать во внимание те факторы, которые нельзя обработать с помощью компьютера.

Например, в первую очередь, надо проезжать улицы с односторонним движением, а затем остальные. Улицы с большим интенсивным движением, на которых можно собирать отходы только с одной стороны, надо учитывать в модели как две улицы с односторонним движением. Сегменты, в которых не нужно собирать отходы, не принимают во внимание при определении нечетных узлов; их можно использовать для проезда, если это позволяет сэкономить время. При определении отрицательных циклов скоростные магистрали нужно рассматривать раньше, чем улицы со слабым движением транспорта и перенаселенные улицы. Многие факторы

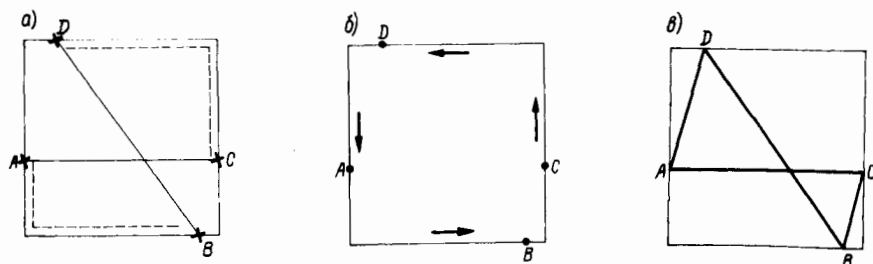


Рис. 13.3. Пример маршрута, разработанного Стрикером

a — простая сетка: x — нечетные узлы, пунктирная линия показывает возможное образование пары; *б* — отрицательный цикл: AB и CD объезжаются дважды, и этот путь больше половины общего расстояния объезжаемого кольца; *в* — окончательная сетка: новые дуги, по которым надо проезжать дважды

не поддаются обработке на ЭВМ. В этом случае можно привлекать к разработке маршрутов опытных шоферов. Даже при небольших сокращениях маршрута, возможно около 10%, и экономии общего времени (5%) можно в среднем в год экономить до 30 мин на каждой машине в сутки.

Сущность метода Стрикера состоит в следующем:

определяют маршрутные границы;

объединяют нечетные узлы;

создают эйлеровские маршруты.

Моделирование уличной сети для одного района показано на рис. 13.4. С целью определения нечетных узлов сначала была собрана информация по всем кварталам в районе. При этом учитывалось, что улицы не должны проезжаться дважды, и границы районов обслуживаются по обеим сторонам.

Далее отмечают оставшиеся нечетные узлы и предварительно объединяют в пары с другими, чтобы получить оптимальные результаты. Полное оптимальное решение не может быть получено таким путем, но тщательное выявление и изучение отрицательных циклов показывает, что оптимизация достигнута. С целью уменьшить число V-образных поездок, разрабатывают три маршрута по Эйлеру. Лучший из них, возможно, и будет предложен в качестве маршрута, хотя наличие в районе улиц с односторонним движением может сделать этот маршрут неприемлемым. Следует отметить, что обе стороны улицы должны обрабатываться отдельно, но по одному и тому же разработанному маршруту. Маршруты показаны последовательно на рис. 13.5. Время, необходимое для одной поездки по маршруту, составляет 10 мин, таким образом, для 40 маршрутов потребуется 1 чел.-день или 1 ч на каждого водителя. В конечном результате создаются карты или маршрутные листы. Если районы слишком маленькие, как правило, не имеет значения, где машины загружаются полностью отходами; разница во времени поездок к пункту сжигания, на станцию перегрузки или свалку с разных отправных точек маршрута будет незначительной. Для некоторых районов было бы желательно разработать такие

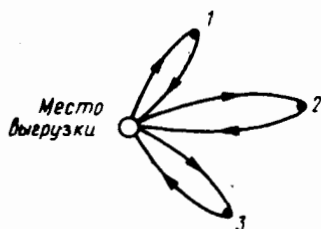
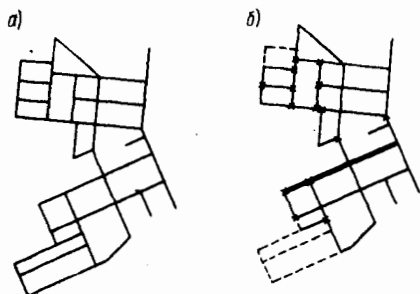


Рис. 13.5. Маршрут одного автомобиля
1—3 — пункты сбора мусора

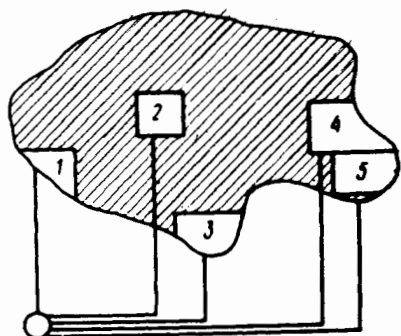
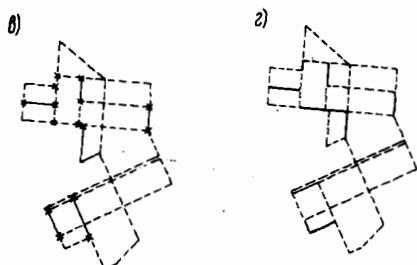


Рис. 13.6. Пространственная схема пунктов сбора на координатной карте города с указанием маршрутов поездки (система 1)

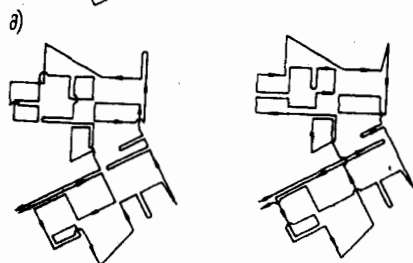


Рис. 13.4. Вариант маршрута, разработанного Стриккером

а — исходная сетка улиц; б — определение нечетных узлов (x — нечетные узлы); в — начало объединения в пары нечетных узлов; г — окончательное объединение в пары (сплошные линии — уличные сегменты, проезжаемые дважды); д — три возможных маршрута Эйлера

маршруты по Эйлеру, чтобы средние точки располагались как можно ближе к месту переработки отходов.

Разработка большого количества возможных вариантов эйлеровских маршрутов позволяет учесть влияние различных дополнительных факторов. При выборе маршрута следует минимизировать количество И-образных поворотов и проезжать улицы с односторонним движением только в одном направлении. Аналогичное решение следует применять и для улиц с крутым уклоном. Желательно также учитывать приемлемые часы сбора с тем, чтобы это было время, наиболее подходящее для людей, проживающих на пути следования машины.

Желательно, чтобы на следующий день работа по сбору отходов начиналась в тех же зонах, где накануне закончился сбор отходов. Если известны все вторичные факторы, то их следует учесть при составлении маршрута. Как правило, составление эйлеровских маршрутов позволяет учесть влияние факторов, хотя в целом обработка данных на ЭВМ не может учесть все возможные изменения.

Скорость поездки машин по сбору отходов значительно меняется каждые сутки, что, в основном, зависит от погодных условий. Аналогично изменяется и производительность бригады даже в том случае, если квалификация рабочих примерно одинаковая. Таким образом, количество отходов и время сбора отходов тоже меняются. Эффективность работы зависит от сокращения простоев машин, в том числе между последней полной загрузкой и окончанием работы при системе с фиксированным рабочим днем. Обычно допускаются выезд и сбор, например $\frac{1}{15}$ доли груза, если бригада приехала на место удаления в 14 ч 30 мин, а время окончания работы 16 ч. Необходимо четко определять участки на всем маршруте, чтобы уменьшить время на перевезды и простои машин.

Метод позволяет обходиться минимумом данных для составления суточных программ работ с учетом изменений в количестве отходов и времени на транспортировку. Использование методов описано в работе Лофи [7], где автор делает несколько допущений: 1) бригады имеют примерно равную производительность; 2) используются автомобили одинаковой грузоподъемности; 3) рабочий день имеет определенную продолжительность.

Предполагается, что известно время маршрута (т. е. имеется метод для его расчета); известно количество отходов и затраты времени на сбор отходов на каждом участке района. Предполагается, что установление начальных и конечных точек сбора не имеет значения. Процесс моделирования складывается из двух стадий. Сначала составляют возможные маршруты, т. е. комбинируют небольшие территории, где отходы могут быть собраны в течение дня с учетом мощностей грузовиков. На каждом участке определяют время простоев, затем суммируют его и получают общее потерянное время для всего маршрута.

Вторая стадия моделирования заключается в составлении сетки маршрутов с учетом наименьшего времени.

Нет гарантий, что этот метод даст оптимальное решение, за исключением особых случаев, но он дает хорошие результаты.

Путь передвижения грузовика за день может быть описан серией петель (рис. 13.5). Автомобиль выезжает утром от места выгрузки, где он находился в гараже ночью, и следует к месту назначения по дуге x ; загружается и возвращается к месту выгрузки по дуге y . При этом время поездки по дуге равно времени поездки к узлу; время, затраченное на поездку по дуге y , представляет собой суммарное время на сбор отходов и возвращение автомобиля.

На рис. 13.6 показано расположение отдельных участков сбора и выгрузки отходов. Этот график, в данном случае привязанный к координатной карте города, может быть представлен схематически

в виде графиков (рис. 13.7), где каждая линия — это путь к месту сбора и обратно. Принято следующее время сбора отходов, ч, для системы:

Точки	Время, ч
1	2,1
2	1,4
3	1,7
4	1,8
5	3,2

Предположим, что известны наиболее короткие по времени маршруты и время сбора. В этом случае общее время поездки по каждой петле автомобилем определенной грузоподъемности не может быть уменьшено. Задача состоит в сокращении числа отдельных загрузок с тем, чтобы «время простоя» к концу дня уменьшилось.

Предположим, что большинство грузовиков имеет не менее четырех загрузок в день. В этом случае значительная часть рабочего времени будет тратиться на поездки, поэтому лучше использовать автомобили большей грузоподъемности. Обычно считают, что в день достаточно сделать две или три загрузки. Расчетные данные для маршрута с пятью участками приведены на рис. 13.8 и в табл. 13.1.

Таблица 13.1. Выбор оптимального решения из наилучших возможных решений

Комбинация узлов	Время, ч		Распределение оставшихся точек		Общее время работы, ч	Общее оплачиваемое время, ч
	работы	простоя	узлы	часы		
1234	7	1	5	3,2	10,2	11,2
125	6,7	1,3	34	3,5	10,2	11,5
135	7	1	24	3,2	10,2	11,2
Оптимальная:						
145	7,1	0,9	23	3,1	10,2	11,1
235	6,3	1,7	14	3,9	10,2	11,9
245	6,4	0,13	13	3,8	10,2	11,8
345	6,7	1,3	12	3,5	10,2	11,5

Разработана оптимальная сеть наиболее подходящих комбинаций маршрутов. Показано, что оптимальная комбинация маршрутов в этой сети приводит к минимальному «времени простоя».

При оптимальном решении один грузовик объезжает в течение дня первый, четвертый и пятый участки, а второй грузовик — второй и третий участки. Предполагается, что в течение оставшихся 4,9 ч после сбора отходов на втором и третьем участках следует выполнять другие работы.

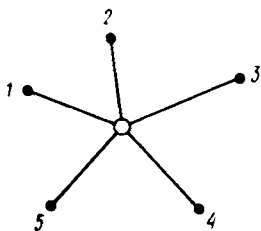


Рис. 13.7. График для системы

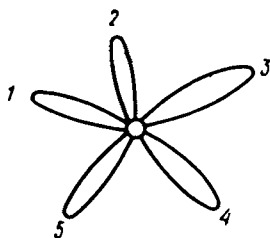


Рис. 13.8. Оптимальное решение для системы 1

Лофи [7] попытался изучить также работу бригад с разной производительностью и сделал интересные выводы. Так, при организации сбора отходов необходимо составлять бригады исходя из того, чтобы выполнить определенные условия в заданное время, в наименьший срок, с минимальным числом машин и с наименьшими затратами. Алгоритм сводится к увеличению количества тонн отходов, которые могут собрать данные бригады.

Проблема усложняется, когда имеются значительные сезонные колебания, бригады имеют различную производительность, парк мусоросборных машин состоит из машин разной грузоподъемности, продолжительность рабочего дня ограничена или не допускается сверхурочная работа, некоторые бригады работают только половину дня, количество отходов от одного цикла сбора резко колеблется в зависимости от сезонных факторов и, наконец, из-за случайных механических поломок, заболевания людей, производственных травм.

Лофи математически доказал, что можно получить оптимальное решение, т. е. собрать максимальное количество отходов при минимальных затратах в том случае, если и бригады, и машины имеют максимальную производительность. Для этого лучшие бригады должны быть поставлены на те участки, где надо собирать большее количество отходов, и расстояния поездок наименьшие, а бригады с меньшей производительностью — на те участки, где из-за естественных условий требуется больше времени на сбор 1 т отходов. Однако при этом трудно учесть все факторы: топографию, местоположение пунктов сбора, скорость накопления отходов и т. д. Эти сведения надо собрать для каждого участка и расположить их по убывающей степени. Тогда лучшая бригада получит самый удобный маршрут с наибольшим количеством отходов и минимальными расстояниями и т. д., и самый «трудный» маршрут получит бригада с наименьшей производительностью. Такое распределение маршрутов можно сочетать с расчетом макромаршрутов, описанным раньше, хотя и могут встретиться некоторые трудности при математических расчетах.

Можно принять другое, менее эффективное решение проблемы: поставить бригаду с наименьшей производительностью на более

подходящий маршрут, а с наибольшей — на самый трудный. Это позволяет выравнять количество собираемых отходов, но вместе с тем значительно увеличивает общую стоимость сбора.

13.7. Выбор автомашины

Для управляющих системой сбора твердых отходов правильный выбор машины — это ключ к решению проблемы. Разумеется, грузовики с кузовом вместимостью 15,2 м³ лучше, чем с вместимостью 9,1 м³.

Для выбора шасси и корпуса машин в Лоуренсе (шт. Канзас) применялся метод экспертных оценок, который позволяет выбрать ряд показателей эффективности оборудования по их относительной значимости.

Представляет интерес детально рассмотреть выбор машины с помощью метода экспертных оценок. Информация о критериях отбора представлена в табл. 13.2. В первой колонке слева указаны двадцать выбранных наиболее важных показателей, а во второй — относительная значимость каждого из них. Факторы значимости в сумме дают единицу, что облегчает сравнение. В Лоуренсе (шт. Канзас) были выбраны три корпуса, изготовленные компаниями «Хейл», «Лич» и «Гарвуд». Эти три корпуса рассматривались по каждому из 20 показателей. Таким образом, если эти три корпуса одинакового качества (см. табл. 13.2), то дольный фактор каждого из них будет $\frac{1}{3}$, или 0,33. Если один корпус лучше других, то значение его дольного фактора больше, чем у других. И опять сумма всех дольных факторов равна единице. В таком случае компактор с наибольшим общим значением факторов будет наилучшим. Был выбран компактор компании «Лич». Аналогично можно сравнивать шасси, изготавливаемые компаниями «Форд», «Дженерал моторс» и «Интернешнл»; шасси Форда наилучшего качества (табл. 13.3). Таким образом, результаты анализа позволяют считать набор решений шасси Форда с компактором Лича наилучшим.

Но при определении ряда важных переменных, необходимых для выбора типа упаковочной машины, отсутствовало 53% данных. С помощью имеющейся в наличии информации можно оценить менее половины факторов значимости, так как в литературе недостает информации даже о стоимости работы и эксплуатации оборудования. Для выбора шасси не хватало только 24% необходимой информации.

Метод используют в три стадии. На первой выбирают показатели эффективности — «факторы» системы (эта задача может быть трудной). Следующая стадия — определение относительной значимости факторов — еще сложнее, так как трудно оценить две такие переменные, как «легкость очистки» и «рост эффективности нагрузки», которые могут иметь важное значение для принятия окончательного решения. Если рассматривать применение метода экспертных оценок для выбора машины, было бы разумно иметь несколько сотрудников, определяющих цели и значение факторов. Очевидно, такими сотрудниками будут инспекторы по сбору, водители и

Таблица 13.2. Определения значения факторов выбора компактора

Фактор	Значимость фактора	А		В		С	
		факторная доля	дольная значимость	факторная доля	дольная значимость	факторная доля	дольная значимость
Тип собираемых отходов	0,02	0,33	0,0066	0,33	0,0066	0,33	0,0066
Применяемый метод сбора отходов	0,04	0,33	0,0132	0,33	0,0132	0,33	0,0132
Размер корпуса	0,04	0,33	0,0132	0,33	0,0132	0,33	0,0132
Безопасность операции	0,13	0,32	0,0416	0,36	0,0468	0,32	0,0416
Количество узлов компактора	0,03	0,3	0,009	0,42	0,0126	0,28	0,0084
Легкость очистки	0,01	0,34	0,0034	0,37	0,0037	0,29	0,0029
Высота загрузки	0,01	0,33	0,0033	0,33	0,0033	0,33	0,0033
Скорость прессования груза	0,01	0,34	0,0034	0,31	0,0031	0,35	0,0035
Плотность отходов	0,01	0,33	0,0033	0,33	0,0033	0,33	0,0033
Капитальные затраты	0,07	0,33	0,0231	0,32	0,0224	0,35	0,0245
Эксплуатационные расходы	0,22	Мало сведений					
Надежность в работе	0,11	Нет информации					
Легкость эксплуатации	0,05	0,23	0,0115	0,45	0,0225	0,32	0,016
Размер бункера для груза	0,01	0,37	0,0037	0,37	0,0037	0,26	0,0026
Значение количества отходов как функция времени	0,05						
Стоимость, скорость, количество обслуживаемых частей	0,11	Нет информации					
Производственное обеспечение необходимой литературой	0,003	Мало сведений					
Производственные возможности компакторов	0,01						
Легкость сбора отходов	0,01	0,33	0,0033	0,42	0,0042	0,25	0,0025
Легкость эксплуатации рабочими и водителями	0,03	0,37	0,0111	0,33	0,0099	0,3	0,009
Итого	1		0,1497		0,1685		0,1506

Т а б л и ц а 13.3. Значения переменных для выбора типов шасси машин

Наименование факторов	Принятая факторная значимость	А		В		С	
		масса фактора	значение фактора	масса фактора	значение фактора	масса фактора	значение фактора
Грузоподъемность шасси	0,04	0,33	0,0132	0,33	0,0132	0,33	0,0132
Метод сбора	0,03	0,33	0,0099	0,33	0,0099	0,33	0,0099
Легкость управления и размер	0,03	0,33	0,0099	0,33	0,0099	0,33	0,0099
Расстояние перевозки к месту переработки	0,03	0,33	0,0099	0,33	0,0099	0,33	0,0099
Стоимость, скорость, количество обслуживаемых деталей	0,17	0,5	0,085	0,26	0,0442	0,24	0,0408
Безопасность эксплуатации	0,17	0,33	0,0561	0,33	0,0561	0,33	0,0561
Общая надежность машины	0,17	0,33	0,0561	0,33	0,0561	0,33	0,0561
Капитальные затраты (при наименьшей цене)	0,06	0,33	0,0198	0,33	0,0198	0,33	0,0198
Стоимость работы и технического обслуживания	0,18	Нет информации					
Пригодность к эксплуатации	0,04	0,38	0,0152	0,31	0,0124	0,31	0,0080
Износ как функция времени	0,04						
Обеспеченность нормативными документами	0,01	Нет информации					
Возможность производства шасси	0,01						
Удобство эксплуатации	0,02	0,36	0,0072	0,32	0,0064	0,32	0,0080
Итого			0,2823		0,2379		0,0080

эксплуатационные мастера. Анализ мнений позволяет правильно подбирать автомобиль. Таким образом, метод экспертных оценок может помочь создать наилучшую конструкцию машины. Основное преимущество его перед остальными методами заключается в том, что используются опыт и знания наиболее квалифицированных специалистов.

Разработка высокопроизводительного процесса сбора и удаления твердых отходов предусматривает три основные стадии.

Первая стадия — отбор. При этом создается простая модель ситуации и определяется все множество решений.

Вторая стадия — планирование. На этой стадии по данным отбора определяется оценка затрат и рентабельности.

Последняя стадия — решение. На этой стадии дается детальный анализ одного (или, возможно, нескольких) вариантов с целью подготовки окончательного варианта и решение вопросов финансирования.

В общем виде можно использовать некоторые взаимосвязи между централизованной региональной системой сбора отходов и более децентрализованной, где отходы находятся близко от мест переработки. При изучении сбора отходов в г. Бостоне рассматривались 16 участков, производящих отходы, 15 возможных видов оборудования и 3 сезона. Было получено огромное число возможных вариантов. Поэтому окончательный вариант должен отражать как перевозку отходов, так и конструкцию оборудования и возможности его модернизации. Модели отбора не имеют вариантов, которые можно было бы немедленно использовать. Необходим дальнейший анализ, но их можно использовать для того, чтобы в целом понять, какие системы будут работать лучше и сколько потребуется затрат. Такие модели необходимы для изучения сущности процесса сбора отходов и для выбора окончательного решения.

Основная задача создания модели — уменьшить стоимость утилизации твердых отходов при условии, чтобы все отходы были собраны удовлетворительным образом.

Модель создана:

$$\begin{aligned} \text{MIN } & \sum_{t=1}^m \sum_{i=1}^p \lambda_t \gamma_{it} (P_{it}) + \sum_{t=1}^p \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \lambda_t C_{ijt} X_{ijt} + \\ & + \sum_{t=1}^p \sum_{i=1}^m \lambda_t F_{it} (y_{it}) + \sum_{t=1}^p \sum_{h=1}^{m-a} \sum_{g=1}^u \lambda_t C^*_{ght} T_{ght} . \end{aligned} \quad (1)$$

При условии, что:

$$\sum_{t=1}^n X_{ijt} \geq D_{jt}, \quad A \quad j, \quad t; \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ijt} - P_{it} \leq 0, \quad A \quad i, \quad t; \quad (3)$$

$$P_{gt} - \sum_{t=1}^t y_{gt} - Q_{gc} \leq 0, \quad A \quad g, \quad t; \quad (4a)$$

$$\sum_{t=1}^t P_{ht} - \sum_{t=1}^t y_{ht} - Q^*_{ho} \leq 0, \quad A \quad h, \quad t; \quad (46)$$

$$\alpha_g P_{gt} - \sum_{h=1}^{m-a} T_{ght} \leq 0, \quad A \quad g, \quad t; \quad (5)$$

$$\sum_{t=1}^p \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m D_{ij} X_{ijt} + \sum_{t=1}^p \sum_{h=1}^{m-a} \sum_{g=1}^n D_{gh} T_{ght} \leq A; \quad (6)$$

$$\sum_{t=1}^p \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^m E_{ij} X_{ijt} \leq B; \quad (7)$$

$$\sum_{t=1}^p y_{it} \leq S_i; \quad (8)$$

$$X_{ijt} \geq 0, \quad \forall i, j, t;$$

$$T_{ght} \geq 0, \quad \forall g, h, t;$$

$$y_{it} \geq 0, \quad \forall i, t;$$

$$P_{it} \geq 0, \quad \forall i, t.$$

где X_{ijt} — единицы отходов, перевозимых от j до i за период t ; y_{it} — дополнительное количество отходов за период t на участке i ; S_i — общее увеличение отходов на участке i ; P_{it} — единицы перерабатываемых отходов на участке i в период t ; T_{ght} — единицы отходов, перевозимых от места обработки g к месту окончательного захоронения h в период t ; m — число возможных мест установки оборудования; n — число требуемых участков; p — число периодов времени, включенных в анализ; a — число промежуточных центров обработки g ; $m-a$ — число мест окончательного захоронения h ; Q_{go} — первоначальная мощность промежуточного оборудования g ; Q^*_{ho} — первоначальная мощность места окончательного захоронения h ; α_g — уменьшение массы отходов на промежуточном пункте g ; λ_t — фактор дисконтирования за период t ; F_{ij} (y_{ij}) — стоимость сбора отходов на участке i на g_{ij} единиц за период t ; C_{ijt} — единица стоимости перевозки между j и i в период t ; γ_{it} (P_{it}) — стоимость переработки P_{it} единиц отходов на участке i за период t ; C^*_{ght} — единица стоимости перевозки между пунктами g и h за период t ; D_{ij} — количество отходов, образовавшихся на участке j в год t ; D_{ij} — расстояние между пунктом i и требуемым участком j ; D_{gh} — расстояние между промежуточным пунктом g и пунктом окончательного захоронения h ; E_{ij} — коэффициент равен 0, если пункт i находится в пределах требуемого участка и равен 1, если же — на другом участке; A — максимальное число допустимых тонна-миль перевозок отходов; B — максимально допустимое количество отходов, перевозимых через границы районов.

Уравнение (1) описывает общую стоимость работы и структуру системы полного удаления твердых отходов за весь период изучения. Первое условие в выражении (2) означает, что при любом возможном способе переработки отходов должны перерабатываться все образующиеся отходы и на каждом участке в течение

всего периода времени. Величина D_{jt} определяет динамические изменения объема отходов. При этом учитываются рост населения в будущем и изменения количества образующихся твердых отходов на душу населения.

Уравнение (3) показывает, что все отходы, поступающие на пункты переработки, должны перерабатываться. Уравнение (4а) учитывает работу промежуточных пунктов сбора отходов. Ограничение состоит в том, что количество отходов, перерабатываемых в пункте i за период времени t , не может превышать начальную мощность оборудования (в единицах отходов, которые могут быть переработаны за один раз). Уравнение (4б) позволяет определить емкость места окончательного захоронения. Уравнение (5) описывает транспортные операции и число промежуточных пунктов. Значение $\alpha_g P_{gi}$ представляет собой остаток отходов после операций на промежуточных пунктах и α_g — фактор амортизации оборудования g . Условие состоит в том, что все отходы переработки, полученные в пункте g , должны быть переправлены в место окончательного захоронения в пункт h . Уравнения (6) и (7) отражают ограничения, которые оказывают влияние на систему выбора решения.

Уравнение (6) позволяет оценить в тонна-километрах систему перевозки отходов, а уравнение (7) — количество отходов, перевозимых через границы районов. Уравнение (8) дает возможность рассчитать производительность оборудования в данной зоне сбора отходов.

13.8. Пример создания модели

Прежде чем приступить к разработке математической модели, были изучены требования к переработке отходов в 39 городах и промышленных центрах, расположенных недалеко от Бостона на период с 1970 по 2000 г. Общая численность населения — около 2 млн. чел.

Чтобы более эффективно провести математический анализ модели, весь изучаемый период времени разделили на три десятилетия, а 39 промышленных центров и городов объединили в 16 районов (рис. 13.9). Объединение позволило сократить число условий и вариантов, которые необходимо было бы обработать компьютеру, и поэтому уменьшилось время обработки программы.

Для новых пунктов переработки и захоронения твердых отходов были выбраны те места, где уже находилось оборудование для переработки твердых отходов или предполагалось его установить. Из-за недостатка земли в изучаемом районе в 8 из 15 пунктов переработки предусмотрены устройства для сжигания отходов, в одном пункте — перерабатывающая станция и в шести пунктах — свалки. Свалки организованы в пригородах, наименее заселенных частях района, а оборудование для обработки располагается как в пригороде, так и в плотнозаселенных районах. На рис. 13.10 показано возможное расположение таких пунктов.

В этом исследовании было принято, что в начале работы систем

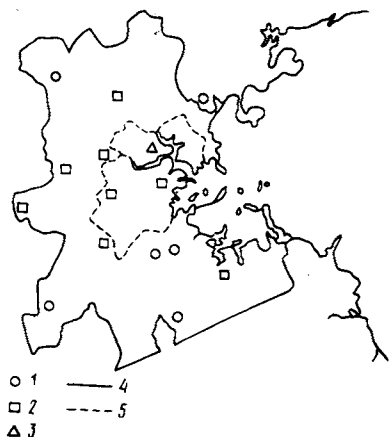


Рис. 13.10. Карта региона, на которой указаны предприятия, перерабатывающие отходы

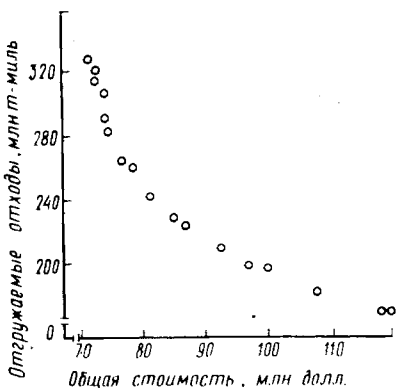


Рис. 13.9. Карта изучаемого региона, на которой показаны границы области

Рис. 13.11. Сопоставительная кривая стоимости системы

обрабатывающее оборудование имеет нулевую мощность, которая в дальнейшем увеличивается. Если система предназначена для муниципального планирования отходов в настоящее время, было бы желательно включить оба этих условия в модель. Однако целью исследования не являлось создание реального плана переработки для г. Бостона, так как отсутствовали необходимые сведения о мощности существующего оборудования и предполагаемом увеличении ее в будущем. Затраты на увеличение мощности и работу оборудования, а также информация о стоимости перевозок и уменьшении груза были получены из литературных источников.

В табл. 13.4 представлены данные о выборе стратегии сбора и переработки отходов при уровнях дисконтирования 4, 8 и 12%.

Анализируя данные табл. 13.4, можно предположить, что чем меньше промежуточных пунктов, тем меньше стоимость системы сбора. Более интенсивное использование сжигания противоречит стратегии наименьшей стоимости. Это связано с тем, что дешевле

Таблица 13.4. Маневрирование целью

	Уровень дисконтирования				
	4%*	8%*	12%*	количество отходов, перевозимых через границы районов**, т	протяженность перевозок**, т/км
Гигиенические свалки					
Число свалок	8	8	14	18	6,9
Число мест отгрузки	4	4	6	6	3,8
Общее количество отходов (млн. т), подвергнутых переработке и захоронению	51,041	51,27	50,23	38,67	19,2
Сжигание					
Число пунктов	2	4	5	15	11,9
Число мест отгрузки	2	2	3	8	8
Общее количество отходов (млн. т), подвергнутых:					
захоронению	0,88	0,88	0,875	11,39	7
переработке	2,2	2,2	2,205	21,49	17,2
Станция перегрузки					
Число свалок	1	1	1	1	1,3
Количество отходов (млн. т), подвергнутых:					
захоронению	2,12	1,16	1,16	0,56	1,7
переработке	4,24	2,32	2,23	0,82	2,9
Стоимость эксплуатации, млн. долл.:					
1970—1979 гг.	38,3	38,49	35,8	49,01	26,1
1980—1989 гг.	56,6	57,77	64,67	68,72	42,9
1990—1999 гг.	64,4	67,56	72,48	79,49	45,5
Капитальные затраты, млн. долл.:					
1970—1979 гг.	10,8	9,52	7,54	42,84	25,1
1980—1989 гг.	11,5	10,77	10,85	18,25	16,8
1990—1999 гг.	1,39	1,83	9,39	14,68	4,8

* Оптимальное решение.

** Лучший из вариантов, финансируемый из местных фондов.

перевозить отходы на некоторое расстояние на свалку, чем сжигать недалеко от места их образования. Если учесть влияние отходов на окружающую природу, то тенденция может диаметрально измениться.

Хотя количество и стоимость оборудования растут для всех трех методов (захоронение, сжигание, переработка), общая стоимость и общий объем перерабатываемых отходов по каждому из направлений остаются очень близкими. В табл. 13.4 показано, что стратегия выбора наименьшей стоимости не зависит от норм дисконтирования.

Стратегия наименьшей стоимости значительно меняется в зависимости от поставленных целей, что доказано Коконем [9], который исследовал этот процесс (рис. 13.11).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Berlin G. N. «Computerized residential refuse districting» JI. of the urban planning and development division, *Am. Soc. Civ. Engrs.* 100 (UP2) : 173—180 (Nov. 1974).
2. Garfinkei R. S. and G. L. Nernhauser «Optimal political districting by implicit enumeration techniques» *Management Science* 16 (8): B495—B508, April 1970.
3. Littschwager J. M. «The IOWA redistricting system» 40th Natl. Mtg. Oper. Res. Soc. Amer., Anaheim, CA, Oct. 27—29, 1971.
4. Edmonds J. and E. Johnson «Matching, Euler tours and the Chinese postman», Networks.
5. Shuster K. A. and D. A. Schur. «Heuristic routing for solid-waste collection vehicles» Cincinnati: U.S.E.P.A. report SW-113, 1974.
6. Stricker R. M. «Public-sector vehicle routing: the Chinese-Postman problem» M.S. Thesis, department of elec. eng., M.I.T. Cambridge MA 02139, 1970.
7. Lofy R. J. «Techniques for the optimal routing and scheduling of solid-waste-collection vehicles» Ph. D. Thesis, University of Wis. 1971.
8. Raytheon Service Company, «Study of solid-waste disposal», report for Mass. Dept. Public Works; Burlington, MA, 1972.
9. Cohon J. L. «An assessment of multiobjective-solution techniques for river-basin planning problems» report R73—49, Dept. Civil Eng., M.I.T., Cambridge MA, 1973.
10. Hudson, James F., Donald S. Grossman, and David H. Marks. *Analysis models for solid waste collection*. Research report R73—47, Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, June 1973.
11. Lofy, Ronald J. *Techniques for the optimal routing and scheduling of refuse collection vehicles*. Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Wisconsin, 1971.
12. Degner, Dennis N. *Systems engineering applied to the selection and replacement of solid waste collection vehicles for Lawrence, Kansas*. Open file report SW-4tg, U.S. Environmental Protection Agency, 1971.
13. Fuertes, Louis A. *Social and economic issues for solid waste haul and disposal*. Unpublished M.S. Thesis, Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, 1973.

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

В. Р. Ниссен

В создании и развитии системы планирования переработки твердых отходов огромное значение имеет правильная оценка скорости образования твердых отходов в настоящее время и в будущем.

Чтобы получить переменные, характеризующие скорость образования отходов, обычно используют множители, которые являются легко определяемыми скалярными данными, например, число жителей, служащих или размер занимаемой площади. Рассмотрим показатели — множители образования муниципальных, коммерческих, промышленных и сельскохозяйственных отходов.

Первые шаги в оценке переработки твердых отходов связаны с определением скоростей образования отходов. Доказано, что среднее значение скорости образования твердых отходов не показательно из-за их природы (ведь твердые отходы не улетят и не утекут, если не станем что-либо с ними делать). Только максимальная скорость образования и будет нужным расчетным параметром. С другой стороны, поскольку система переработки твердых отходов, в основном, должна реагировать на скорость потока поступающего материала, важным параметром должна быть скорость образования их в будущем. Тем не менее проблемой является нахождение начальной точки, известной, измеряемой или оцениваемой основы, от которой начинается отсчет.

Скалярные значения позволяют оценить скорость образования отходов, выраженную в единицах массы (или объема) на единицу времени для различных источников отходов. В основном, эти скорости определялись измерением или оценкой того, что большинство работников этой области называют типичными, средними или показательными ситуациями образования отходов. Однако такие характеристики отходов и темпов их образования редко типичны для чего-либо, кроме определенного изучаемого источника и только во время изучения. Поэтому необходимо иметь в виду, что при оценке результатов определения количества отходов отклонения слишком значительны.

При расчете скалярных значений скоростей образования отходов важно учитывать состав отходов. Большинство множителей, оценивающих массу отходов, дают ошибку в скорости образования отходов в единицу времени. В этих оценках отражается типичный состав отходов при определенных промышленных процессах и производственных методах. При других процессах может образовываться другое количество отходов с другим теплосодержанием, объемной плотностью и другими характеристиками, значительно влияющими на расчет систем сбора и удаления.

Трудности в оценке скоростей образования городских отходов состоят в том, что мы располагаем информацией, в основном, о количестве собираемых отходов, а не тех, которые образуются, по-

этому большинство публикуемых данных имеют заниженные значения. Действительно, в городах почти все отходы собираются, однако в результате сжигания листьев, бытовых отходов в домашних печах, частного складирования отходов и т. д. уменьшаются количество собираемых отходов и соответственно скорость их образования (обычно выраженная на душу населения в сутки). Поэтому сведения, публикуемые ниже, также несколько занижены по сравнению с действительной скоростью образования отходов.

Вторая проблема неполной информации о муниципальных отходах связана с отсутствием четкого разделения отходов на категории. В публикуемых материалах приводятся данные о бытовых (совместно односемейные и многоквартирные дома) и коммерческих отходах. Часто сообщаются сведения о количестве отходов от уборки улиц и аллей, сноса сооружений, уборки парков и игровых площадок, очистки сточных вод, а также о промышленных отходах с общим значением килограммов на душу населения в сутки.

Наибольшее количество исчерпывающих значений скоростей образования твердых отходов в США было получено в шт. Калифорния. Среднегодовое значение скорости образования отходов в сутки в 1967 г. составило 1,1 кг на душу населения. Примем в национальных масштабах за среднюю величину собранных отходов 69%. Тогда средняя скорость сбора отходов по Калифорнии в масштабах США будет 0,8 кг. Другие данные о скоростях сбора представлены в табл. 14.1. Среднее значение этих данных, особенно

Таблица 14.1. Оценки скоростей сбора бытовых отходов

Расположение	Источник информации	Год	Скорость сбора на душу населения, кг/сут
Одиннадцать районов Бостона, Массачусетс	[3]	1969	0,9
Нью-Хейвен, Коннектикут	[3]	Нет данных	0,7
Роли, Северная Каролина	[3]	То же	0,7
Майами, Флорида	[4]	»	0,7€
Лос-Анджелес, Калифорния	[4]	»	1,17
Нью-Йорк,	[4]	»	1,1
Филадельфия, Пенсильвания	[4]	»	0,9
о. Оаху, Гавайи	[5]	1970	1,3
Новый Орлеан, Луизиана	[6]	1968	1,08
Молден, Массачусетс	[7]	1967	1,3
Бостон, Массачусетс	[8]	1966	1,26
		Среднее	1,02

для городов, составляет 1,03 кг на душу населения в сутки. Если оценка образования отходов в Калифорнии правильна, это соответствует 91% собираемых в городах отходов. Хотя в городах должно собираться больше отходов, 91% — очень высокая цифра, если учитывать интенсивное использование печей в домах в черте

города. Однако нет сомнения, что в табл. 14.1 включено некоторое количество коммерческих отходов. К этому следует добавить, что, по данным Агентства по охране окружающей среды, темпы образования отходов в городах выше, чем в сельской местности.

14.1. Бытовые твердые отходы

14.1.1. Частные и многоквартирные дома

По данным тщательного изучения в декабре 1968 г. образования отходов муниципальных домов с высокой квартплатой для населения с низким заработком, скорость образования отходов в сутки на душу населения составляет 0,68 и 1,8 кг, если считать только взрослых жильцов. В среднем образуется 2,81 кг отходов в сутки для односемейных и многоквартирных домов. Максимум образования отходов наблюдался в 9 и 12 ч утра, 15 и 16 ч дня и 18 и 19 ч вечера в многоквартирных домах. Пик в полдень был наибольшим с точки зрения объема. В субботу и воскресенье пик увеличивался, а в понедельник снижался. Дневной поток в течение этих трех суток был более чем на 50% выше, чем в среду (минимум), четверг и пятницу. Изучение объема отходов дало широкий ровный пик от пятницы до вторника.

Таким образом, скорости образования отходов в сутки на душу населения распределяются следующим образом: 0,82 кг для односемейного дома, 0,63 кг для многоквартирного дома (двух-, трехсемейного и т. д.) и 0,45 кг для многоквартирных домов в местах проживания населения с низким заработком.

В Цинциннати (шт. Огайо) в 1969 г. был проанализирован сбор отходов для трех районов, разбитых на 45 участков. Общая недельная скорость образования отходов получена с помощью ступенчатого регрессивного линейного анализа (символы и их статистические значения даны в табл. 14.2):

$$W = 35,8 S - 7,52 F - 6,44 D + 0,82 P + 0,4 I + 89,4. \quad (1)$$

Таблица 14.2. Переменные и их значения в уравнении (1)

Переменные	Значение	Переменные, используемые в проверочных уравнениях	R	R ²	Увеличение R ²
W	Количество отходов за неделю в районе	—	—	—	—
S	Число остановок	S	0,73	0,53	0,53
F	Число семей	S, F	0,75	0,56	0,03
D	Число простых единиц жилья	S, F, D	0,76	0,58	0,02
P	Население района	S, F, D, P	0,77	0,6	0,01
I	Предполагаемый рост дохода на единицу жилья	S, F, D, P, I	0,77	0,6	0,00

Очевидно, что число переменных — это наиболее значительная составляющая уравнения. Максимальная предполагаемая ошибка колеблется от $-15,6$ до $+14,7$ в неделю для 45 участков. Среднее количество образующихся на участке отходов $66,3$ т в неделю.

14.1.2. Домашние крупногабаритные отходы

Плановые изучения, проведенные для гр. Суффолк (шт. Нью-Йорк), показали, что средняя скорость образования домашних крупногабаритных отходов, которые включали массивные дворовые отходы, составляет $113,5$ кг на душу населения в год (колеблется от $90,8$ до $136,2$ кг). Значительно различается потребность в сборе отходов в Нью-Йорке: от 140% (по данным за месяц) до 250% (по данным за восьмичасовую смену). Новогодние елки составляют $2,7$ кг, а мебель и арматура — $4,5$ кг на душу населения в год.

14.2. Муниципальные твердые отходы

14.2.1. Коммерческие и учрежденческие твердые отходы

Удаление твердых отходов в городах почти в равной степени предусматривает удаление и бытовых отходов, и коммерческо-индустриальных. Ответственность за бытовые отходы лежит на муниципальных властях, и скорость образования их и состав хорошо изучены управлением штата, а также федеральными и местными агентствами. Между тем коммерческие отходы часто собираются и удаляются фирмами, поэтому проблеме удаления отходов уделяется мало внимания.

Предприятия розничной торговли. Количество коммерческих отходов колеблется в зависимости от изменений основного уровня бизнеса. Результаты эмпирического анализа характеристик образования, опубликованные недавно Дегри и Онге, показали, что скорость образования отходов может зависеть от изменений, отражающих тип деятельности, часы работы и количество служащих. Эта зависимость показана в уравнении (2), объясняющем приблизительно 70% данных информации,

$$S = 19,36 X_8 + 145,9 O X_{11} + 5,2 O X_1 - 151,96 X_{10} - 197,29, \quad (2)$$

где S — количество отходов за неделю, фунты; X_{11} — для продуктовых магазинов; O — для других; X_{10} — для закусок; O — для других; X_1 — число рабочих часов в неделе.

Обзор результатов исследований показал, что другие неучтенные факторы (число рабочих дней в неделю, среднегодовой доход, место расположения магазина, стоимость оборудования в долларах, число свободных дней в неделю) могут существенно повысить точность расчета. Однако следует учесть, что такие сведения, как недельный доход, количество покупок, хотя и позволяют уточнить соотношение, могут отсутствовать в распоряжении исследователей.

Другие попытки оценить скорость образования коммерческих отходов были сделаны при изучении проблемы твердых отходов в Джефферсоне (шт. Кентукки) [15]. Результаты анализа статистиче-

ских данных показывают, что скорость образования отходов влияет на выбор размера мусорного контейнера. Исследование соотношений приводит к такому приблизительному распределению контейнеров: 78% вместимостью 1,5 м³ (или маленькие контейнеры), 10,6% от 1,5 до 7,7 м³ и 11,3% больше 7,7 м³. Исходя из экспериментально определенной средней плотности отходов 6 кг/м³, средняя скорость образования отходов будет приблизительно от 153 до 263 м³/сут для большинства производителей отходов. Эти данные согласуются с результатами Дебри и Онге, которые провели 81 взвешивание за трехнедельный период и получили среднее значение 191 м³ в неделю для учреждения. Изучение в Кентукки также показало влияние активности фирмы на количество отходов, приходящееся на одного работника за один календарный день (табл. 14.3).

Таблица 14.3. Изменения количества коммерческих отходов в зависимости от категории предприятия

Категория	Среднее количество отходов в календарный день, кг			Число работников в 1967 г.
	контейнеры			
	маленькие	средние	большие	
Оптовая торговля	—	1,43	10,78	16 600
Розничная продажа:				
строительных материалов	—	1,01	16,07	1 790
товаров потребления	0,4	0,64	1,37	9 100
продуктов	1,03	8,43	7,66	7 600
Авто	1,08	5,93	6,52	8 300
Розничная продажа одежды	0,98	1,85	—	3 000
Мебель	0,4	1,51	4,24	2 100
Служба питания	0,66	3,29	4,22	9 900
Разнообразная розничная торговля	0,78	3,55	4,25	6 600
Управление финансами	0,48	4,44	10,4	15 700
Гостиничная сеть	0,82	2,8	—	2 500
Служба быта	0,34	1,23	7,39	5 400
Услуги на предприятии	1,71	2,28	4,03	4 900
Ремонт	1,13	9,41	3,24	590
Служба отдыха и развлечений	0,45	1,19	—	2 650
Медицинское обслуживание	0,88	1,31	2,36	10 600
Неприбыльные	0,49	0,94	7,29	5 500
Разнообразные службы	1,73	2,29	6,23	1 350

Источник: Данные округа Джефферсон, шт. Кентукки [2].

Наибольшее значение скорости образования отходов, приходящееся на магазины розничной торговли продуктами (по сравнению с другими источниками), согласуется со скоростью образования отходов для продовольственных магазинов X_{11} в уравнении (2). Однако сходство в скорости образования отходов ресторанов и магазинов одежды, предполагаемое из уравнения (2), не подтверждается данными применительно для округа Джефферсона.

Данные литературного источника [14] могут быть использованы для определения средних значений часов работы и числа служащих для каждого типа магазинов. Введем эти данные в уравнение (2), разделим на среднее число служащих и получим показатели скорости образования отходов на одного служащего в день для сравнения с данными шт. Кентукки. Результаты, не очень отличающиеся друг от друга, представлены в табл. 14.4.

Таблица 14.4. Сравнительные данные Дебри, Онге [14] и по Кентукки

Источник	Среднее значение ч/нед [14]	Среднее число рабочих [14]	Скорости образования отходов, кг/(чел·сут)			
			низкая [15]	высокая [15]	средняя [15]	вычисленная средняя* 1,61
Магазины одежды	50,5	10,8	0,98	1,85	1,39	1,6
Аптеки	68,5	4,9	—	—	—	0,81
Бакалейные магазины	56	4,7	1,03	8,43	4,73	4,45
Магазины скобяных товаров	49	3,4	—	—	—	2,26
Рестораны	60,5	12	0,66	4,22	2,44	1,85

* Использованы средние значения из первых двух колонок и уравнения (1).

Коммерческие и учрежденческие крупногабаритные отходы. По данным гр. Суффолк (шт. Нью-Йорк) среднее значение крупноразмерных коммерческих отходов составляет 326 кг на душу населения в год при интервале от 124 до 454 кг на душу населения в год. Скорость образования крупноразмерных коммерческих отходов изменяется от 115 (при усреднении за месяц) до 250% (при восьмичасовом рабочем дне).

Отходы больниц. Современные больницы могут быть основным источником твердых отходов. Количество и вид образующихся отходов для Нью-Йоркского университетского медицинского центра показаны в табл. 14.5. В табл. 14.6 приведены характеристики пищевых отходов, а в табл. 14.7 — потенциальное увеличение количества отходов на койко-день при полном переходе на одноразовые ночные рубашки, простыни, наволочки, подкладные судна, посуду.

Пределы скоростей образования отходов, по данным обследования нескольких больниц Вашингтона (округ Колумбия), представлены в табл. 14.8. Изменение образования отходов в зависимости от времени и деятельности больницы (табл. 14.9) показано на основании данных работы больницы, рассчитанной на 430 мест. Эти сведения согласуются с данными об образовании отходов для 33 других больниц, расположенных вне столицы. Для расчета объемов

Таблица 14.5. Объем основных отходов больницы [16], рассчитанный на 630 коек

Здание	Оборудование	Площадь, м ²	Всего людей	Число коек	Количество отходов в сутки							
					кг		кг/м ²		кг/чел		кг/койка	
					ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.
Университетское	Основные лаборатории Администрация	52 890	2530	630	2453	2664	0,05	0,05	0,97	1,05	3,89	4,23
Институт восстановительной медицины	Реанимационное оборудование	8 675	657	140	429	475	0,05	0,06	0,65	0,72	3,06	3,39
Исследование полетов	Оборудование для исследований по восстановительной медицине	5 648	610	13	149	264	0,03	0,05	0,24	0,43	—	—
Учебный корпус	Учебные лаборатории Виварии Администрация	28 520	2673	—	365	393	0,01	0,01	0,14	0,15	—	—
	Студенческий кафетерий	—	—	—	209	221	Отходы кафетерия. См. таблицу отходов пищеблоков; отходы не сжигаются					
	Виварии Отходы животных	—	—	—	540	540	Эти отходы перерабатываются в лаборатории. В рабочее время не сжигаются					

Здание	Оборудование	Площадь, м ²	Всего людей	Число коек	Количество отходов в сутки							
					кг		кг/м ²		кг/чел		кг/койка	
					ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.
	Радиоактивные отходы	—	—	—	14	14	Специальная обработка					
Жилые здания	Студенческое об- щезитие	7 339	473	—	299	360	0,04	0,05	0,63	0,76	—	—
Всего по комплексу					4458	4931						

Таблица 14.6. Количество пищевых отходов, кг, больницы, рассчитанной на 600 коек [16], в день

	Кг		С кассовой оплатой, кг		Питание				Количество отхо- дов на каждый прием пищи, кг	
	ср.	макс.	ср.	макс.	эквивалентное полному, кг		полное, кг		ср.	макс.
					ср.	макс.	ср.	макс.		
Питание пациентов	747	878	—	—	—	—	900	900	0,42	0,44
Кафетерий универси- тетской больницы	1422	1494	1800	1800	1530	1530	—	—	0,42	0,44
Кондитерская универси- тетской больницы	158	165	338	338	169	169	—	—	0,42	0,44

Закусочная в здании Института восстанови- тельной медицины	81	102	176	208	88	104	—	—	0,42	0,44
Студенческое кафе в учебном корпусе	209	221	450	450	225	225	—	—	0,42	0,44
Итого	2617	2860	2764	2796	2012	2028	900	900	0,42	0,44

Таблица 14.7. Отходы Нью-Йоркского университетского медицинского центра [16] в зависимости от использования белья и других предметов личного обихода пациентов

Число коек	Многократного						Однократного					
	основные		пищевые		общее количество		перерабатываемые общие		пищевые		общее количество	
	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.
630*	4458	4930	2707	2858	7 165	7 788	6 988	7 869	2707	2858	9 695	10 727
1500*	6935	7622	5365	5402	12 300	13 024	13 597	14 951	5365	5672	18 962	20 623
630**	7,08	7,82	4,3	4,54	11,38	12,36	11,31	12,48	4,3	4,54	15,61	17,02
1500**	4,62	5,08	3,58	3,78	8,2	8,86	9,06	9,97	3,58	3,78	12,64	13,75

* Приводится общее количество отходов в сутки, кг.

** Приводится количество отходов в сутки, кг/койка.

Таблица 14.8. Данные об образовании, хранении и переработке на месте отходов больниц [17]

Число коек	Сред- нее число паци- ентов	Переработка отходов			Часто- та сбора отхо- дов в неде- лю	Остат- ки после сжи- гания, кг/сут	Общее количе- ство отходов		
		токсичных *	мусора	основных			основ- ных, кг/сут	твердых	
								кг/(сут× койка)	кг/(сут× пациент)
152	117	Сжигание **	В канализацию	Переносной кон- тейнер	12	891	5,86	3,6	
250	250			То же	6		927	3,71	3,71
406	330			Переносные кон- тейнеры и сжига- ние	6		185,9	846	3,23	3,97
367	312	Сжигание	На корм для свиней	То же	6	100,8	249,8	1,78	2,09
236	156			»	6	102,6	410,4	1,74	2,63
85	69			»	4	135	25,2	4,6	5,67
1100	1045	Сжигание ** и перенос- ные контейнеры		Переносные кон- тейнеры и прес- сование	6		5575	5,06	5,33
523	450	Сжигание	В канализацию	Сжигание и пере- носные контей- неры	2	306	432	3,96	4,69
335	300			То же	6	144	378	2,9	3,24
447	375	Прессование		Переносные кон- тейнеры	2		1835	4,1	4,89
80	50			То же	3		616,5	7,03	11,25
396	322	Сжигание и перенос- ные контейнеры		Сжигание и пере- носные контей- неры	6	128,3	1166	4,56	5,61

* Токсичные отходы.

** Только патологические отходы.

Примечание. Патологические отходы и мусор не включаются в общее количество отходов (кг отходов на пациен-
та в день) из-за их незначительного влияния на общее количество твердых отходов.

образования этих отходов получено следующее регрессионное уравнение:

$$Q = 42,3 + 2,7 X_1 - 0,1215 X_2 + 0,00011 X_3 + 0,24 X_4 + 0,067 X_5, \quad (3)$$

где Q — количество отходов в сутки, фунты; X_1 — число служащих; X_2 — число мест в больнице; X_3 — число амбулаторных больных в год; X_4 — число родов в год; X_5 — число хирургических операций в год.

Предполагаемая скорость образования отходов 1,2 кг на служащего в сут, 0,02 кг на амбулаторного больного, 39,9 кг на одни роды и 10,9 кг на одну хирургическую операцию.

14.2.2. Торговые отходы городских агломераций

Обычно располагают очень незначительной информацией о скорости образования отходов, и поэтому приходится обращаться к оценкам общей скорости образования отходов всеми коммерческими организациями и обслуживающими агентствами. Можно полагать, что чем больше город, тем скорость образования отходов коммерческими предприятиями и службами выше. Эта мысль подтверждается данными, полученными для Калифорнии:

*Численность населения
города, тыс. чел.*

*Количество отходов
на душу населения
в сутки, кг*

>100	1,6
10—100	1,1
1—10	0,9
<1	0,7

14.2.3. Государственные учреждения (школы, общественные организации, больницы и т. д.)

Сведений об образовании отходов очень немного. Однако известно, что среднее общенациональное количество отходов составляет 0,09 кг, а для городских районов — 0,07 кг на душу населения в сутки.

14.3. Другие городские отходы

14.3.1. Строительные отходы и отходы от сноса зданий

В зависимости от интенсивности строительства или сноса домов доля отходов может быть весьма значительной и влиять на решение проблемы удаления твердых отходов. Изменение скорости образования этих отходов зависит от нескольких основных факторов:

1. Численности населения. Рассмотрим соотношение, полученное в Калифорнии [1].

*Численность населения,
тыс. чел.*

*Скорость образования
отходов на душу
населения, кг/сут*

100	0,6
10—100	0,3
10	0,14

Таблица 14.9. Скорость образования с 20 по 26 марта

Источник	Данные центра	Кухня и больнич- ничный магазин	Лаборатории	Кабинеты	Аптека
Понедельник	83,25 (7,2%)* (18,7%)**	289,35 (24,9) (15,9)	28,35 (2,4) (14,9)	75,15 (6,5) (17,8)	20,25 (1,7) (44,5)
Вторник	69,75 (6,9) (15,7)	262,35 (25,8) (14,4)	45,45 (4,5) (23,8)	100,35 (9,9) (23,7)	4,5 (0,4) (9,9)
Среда	46,95 (3,9) (9,3)	233,1 (22,4) (12,8)	23,4 (2,2) (12,3)	67,05 (6,4) (15,9)	0,45 (0) (1)
Четверг	165,6 (13,1) (37,4)	342 (26,9) (18,8)	51,3 (4) (26,9)	90,0 (7,1) (21,3)	1,8 (1) (4)
Пятница	83,7 (7,7) (18,9)	253,35 (23,3) (13,9)	30,6 (2,8) (16)	90 (8,3) (21,3)	6,75 (0,6) (14,9)
Суббота	—	148,5 (30,1) (8,2)	3,6 (0,7) (1,9)	—	4,5 (0,9) (9,9)
Воскресенье	—	289,8 (51,8)	8,1 (1,4)	—	7,2 (1,3)
Всего за неделю	443,25 (6,7)	1818,45 (27,4)	190,8 (2,9)	423 (6,4)	45,45 (0,7)

* Процент от суточного количества отходов больницы.

** Процент от недельного количества отходов из данного источника.

Как видно, объем отходов на одного жителя изменяется в зависимости от общего числа жителей. Показатели, приведенные для различных городов в табл. 14.10, более высокие. Информация, полученная от Агентства по охране среды, в основном согласуется с данными по Калифорнии.

2. Количество рабочих, занятых при строительстве и сносе сооружений. Известно, что при сносе зданий образуется 1,8 т отходов на душу населения в день при интервале от 0,9 до 6,7 т. При обычном строительстве образуется в среднем 2,3 кг отходов на душу населения в день. Для Калифорнии общее количество строительных отходов и отходов от сноса составило 102,6 кг на душу населения в день. Если исходить из этих данных, то скорость образования отходов несколько выше, чем по экспериментальным данным. Проблема, возможно, состоит в том, чтобы определить, каких рабочих надо учитывать при расчете.

отходов в больнице, рассчитанной на 430 коек,
1971 г. [18], кг

Изолятор	Перевязочная для наложения шин	Амбулатория	Другие источники	Итого отходов в сутки
22,95 (2) (12,4)	3,6 (0,3) (1,5)	31,5 (2,7) (33)	606,6 (52,3) (18)	1161 (17,5)
33,3 (3,3) (18)	9 (0,9) (3,8)	27,45 (2,7) (28,7)	463,05 (45,6) (14,5)	10 152 (15,3)
39,15 (3,7) (21,2)	191,25 (18,3) (81,8)	4,95 (0,5) (5,2)	444,6 (42,5) (13,9)	1044,9 (15,8)
21,15 (1,7) (11,5)	24,3 (1,9) (10,4)	13,5 (1,1) (14,2)	559,35 (44,1) (17,5)	1269 (19,1)
29,25 (2,7) (15,9)	5,85 (0,5) (2,5)	18,0 (1,7) (18,9)	569,7 (52,4) (17,8)	1087,2 (16,4)
21,15 (4,3) (11,5)	—	—	316,35 (64) (9,9)	494,1 (7,5)
17,55 (3,1)	—	—	237,6 (42,4)	560,25
184,5 (2,8)	234 (3,5)	95,4 (1,4)	3197,25 (48,2)	6631,1

3. Разрешения на строительство и снос. По данным изучения, проведенного в Нью-Орлеане, на 4000 лицензий образовывалось 225 т отходов (деятельность заключалась в постройке новых или реконструкции старых домов). В среднем можно считать, что образуется 20 т отходов на одну лицензию. По данным Бостона (шт. Массачусетс), образовывалось 5 тыс. т отходов в неделю на 265 лицензий на строительство и 615 лицензий на снос, или 295 т отходов на лицензию.

4. Проектов строительства и сноса. Основываясь на принятых структурных характеристиках, было рассчитано количество отходов, образующихся при строительстве и сносе (табл. 14.11).

14.3.2. Твердые отходы от уборки улиц, аллей и т.д.

К ним относятся следующие виды отходов:

а) от подметания улиц (грязь, пыль, мусор и т. д.); количество их может оцениваться как в тоннах на 1 км улицы, так и в килограммах на душу населения (предпочтение отдается первому спо-

Таблица 14.10. Скорость образования местных отходов при строительстве и сносе зданий, кг на душу населения в сутки

Расположение	Год	Строительство	Снос	Общая скорость образования отходов	Источник информации
Новый Орлеан, Луизиана	1967			0,53	[11]
Вашингтон, округ Колумбия	1968			1,58	[17]
Бостон, Массачусетс	1968			1,24	[19]
Патерсон, Нью-Джерси	1968	0,09	0,99	1,08	[20]
Клифтон, Нью-Джерси	1968	0,27	0,59	0,86	[20]
Пассейик, Нью-Джерси	1968	0,09	1,25	1,34	[20]
Уэйн, Нью-Джерси	1968	0,71	0,84	1,55	[20]
Оаху, Гавайи	1970			0,73	[5]
В среднем для городов	1968			0,32	
В среднем по стране	1968			0,3	
Северо-восток США	1968			0,38	
Юго-запад	1968			0,07	[4]
Юго-запад США	1968			0,31	
Великие озера				0,52	
Побережье Тихого океана	1968			0,05	
Среднее значение		0,29	0,92	0,69	

Таблица 14.11. Оценка отходов при строительстве и сносе зданий [20]

Тип строения	Строительный мусор, м ³	Отходы от сноса зданий, м ³	Мусор, т*
Жилой дом для одной семьи на участке площадью 35×30,5 м	11,4	121,6	56
Кирпичный дом для одной семьи (кирпич сохраняется)	11,4	121,6	56
Дом на две семьи	15,2	152	70
Кирпичный дом на две семьи (кирпич сохраняется)	15,2	152	70
Дом на шесть квартир	22,8	608	280
Кирпичный дом на шесть квартир (кирпич сохраняется)	22,8	608	280
Коммерческое или промышленное одноэтажное строение (30,5×61 м) (легкие панели, деревянные балки, деревянная крыша, бетонный пол, трубы, электропроводка и т. д.)	53,2	3192	1470
Одно-, двух- и трехэтажные гостиницы, квартиры, коммерческие комплексы (приблизительно 30,5×30,5 м), кирпич, металл, камень сохраняются	—	3040	1400

* Плотность принималась равной 414,5 кг/м³.

собу). Данные для нескольких городов приведены в табл. 14.12. Наблюдается широкий разброс значений, который позволяет предположить, что действительными являются факторы, не приведенные к значению на 1 км или душу населения;

б) от уборки аллей; по данным для Бостона [3] и округа Колумбия [17], среднее значение скорости образования отходов от уборки аллей составляет соответственно 0,01 и 0,02 кг на душу населения в сутки;

в) от очистки ливнеотоков; по данным округа Колумбия [17], количество отходов составляет 14,4 м³ на ливнеоток, или 0,05 кг на душу населения в сутки. Эти цифры подтверждаются и в других исследованиях. Предварительный анализ данных Агентства по охране среды [4] дает значение 0,02 кг на душу населения в сутки как среднее по стране. В ожидании новой информации можно считать приемлемым для городов значение 0,04 кг на душу населения в сутки.

Мусор. Информация об этом виде отходов ограничивается оценкой количества мусора вдоль шоссе (следует отличать его от мусора городских улиц). По данным для Калифорнии количество его составляет 5 т на 1 км в год вдоль дорог с ограниченным доступом и 2,1 т на 1 км в год для загородных дорог вокруг г. Аламеда. Тщательное обследование десяти участков по 0,3 км в каждом из 29 штатов позволило установить, что в месяц на 1 км дорог внутри штата и основных шоссе в среднем образуется 0,48 м³ мусора. Из табл. 14.13 видно, что количество мусора зависит от числа проходящих машин на дороге, но в таблице не учитываются другие дорожные факторы, такие, как ширина придорожной части или тип поверхности у дороги.

Отходы зеленых зон. Информация, полученная от Агентства по охране среды [4], не содержит сведений об отходах, которые сжигают и захоронивают на месте:

Область США

*Средняя скорость образования
отходов на душу населения,
кг/год*

Новая Англия	0,1
Юго-восток	0,37
Юго-запад	0,18
Великие озера	0,06
Побережье Тихого океана	0,15
В среднем по стране	0,08

Большое количество отходов образуется при очистке от веток просек вдоль линий электропередач. Рост растений в этих местах происходит быстро, и растительность состоит из подлеска и зрелого леса (серая береза, красный клен, осина, вишня, кустарниковый дуб, ива, ольха). По данным [24] образуется 1,2 т сухого дерева со 100 м² —релого кустарника в год.

Зона отдыха. В последнее время Агентство по охране природы [25] провело интенсивное изучение скорости образования отходов в местах отдыха, ранее аналогичные исследования были проведены Вивером [26]. Установлено, что средняя скорость образования твердых отходов с учетом активности парков и побережий составляет 0,07 кг на душу населения в сутки для городских районов. Для спортивных сооружений (футбольные стадионы, скоростные

Таблица 14.12. Оценка скоростей образования отходов при подметании улиц

	т/км улицы в год		кг/сут на душу насе- ления	Источник инфор- мации
	среднее	интервал		
Бостон, Массачусетс, округ Колумбия:				
мусор улиц	9,25	4,7—23,9	0,06	[3]
только листья	20,5	10—31—42,2	0,11	[17]
	2,7		0,01	[17]
В среднем по Калифорнии			0,05	[1]
Чикаго:				
бытовые	19,2	2,7—41		[22]
коммерческие	32,1	22,9—48,5		[22]
промышленные	67,2	34,9—99,4		[22]
Патерсон, Нью-Джерси			0,06	[20]
Клифтон, Нью-Джерси			0,45	[20]
Пассейик, Нью-Джерси			0,2	[20]
Уэйн, Нью-Джерси			0,71	[20]
В среднем по США	12,66		0,11	[4]
Предполагаемые средние оценки			0,11	

Таблица 14.13. Дневное количество мусора вдоль шоссе [23]

Средняя напряжен- ность движения, маш/сут	№ изу- чаемого участка длиной 0,3 км	Общее количе- ство мусора	Процент по массе				
			бума- га	же- стянки	пласт- масса	стек- лян- ные бу- тылки	осталь- ное
< 400	19	9	49	21	7	9	14
400—999	43	17	53	25	6	8	8
1 000—1 999	57	20	55	16	9	7	13
2 000—2 999	45	23	56	18	10	8	7
3 000—3 999	19	31	59	18	4	7	12
4 000—4 999	18	56	48	24	7	9	12
5 000—9 999	26	56	66	18	3	3	10
10 000—14 999	17	43	68	7	8	4	13
	6	71	78	5	7	2	7
> 20 000	9	120	55	11	2	6	25

треки, бейсбольные парки и т. д.) она колеблется от 0,09 до 0,2 кг после проведения спортивного состязания, а в среднем составляет 0,18 кг.

14.3.3. Отходы от очистки воды и обработки сточных вод

При очистке питьевой воды фильтровальный кек образуется со скоростью от 0,002 до 0,09 кг на душу населения в сутки.

При обработке городских бытовых стоков твердые отходы удаляются после каждой стадии обработки. По данным Нью-Йорка [20] и Агентства по охране природы [4], скорость образования отходов для очистных сооружений составляет 0,2 кг на душу населения в сутки (50% твердого), и это значение увеличивается до 0,45 кг при

использовании в значительной степени мусоропроводов. Выгребные ямы и сливные баки, судя по сообщениям, дают от 0,007 до 0,06 кг полужидких отходов (50% твердого) на душу населения в сутки.

14.3.4. Автомобильные отходы

Анализ скорости превращения автомобилей в лом был проведен в Мэриленде [29] с 1957 по 1967 г. Для расчета скорости образования лома выведено уравнение

$$P = \frac{2}{\pi y} \int_{i=1}^l \exp \left[\frac{-t^2}{\pi y^2} \right] dt, \quad (4)$$

где P — вероятность того, что автомобиль прослужит i лет (величина безразмерная); t — время с момента выпуска, годы; y — время «жизни» автомобиля, годы.

Реальное использование нормального распределения по уравнению (4) было подтверждено обзором данных об образовании автомобильных отходов. Нормальное распределение имело разброс в пределах 2% и было лучше распределений Пуассона или гамма-распределения. Из уравнения (4) следует, что 8% машин превращаются в отходы в год их производства. Хотя это заключение, очевидно, неточное, но, учитывая хорошее совпадение фактических данных с рассчитанными по уравнению, можно предположить, что с целью покупки новой машины будут скорее выводиться из строя старые.

Неизвестно точное значение y -среднего времени жизни автомобиля, но наилучшее совпадение данных было получено для периода с 1957 по 1967 г., где $y=8$ лет, а для периода с 1963 по 1967 г. $y=7,6$ года. Как видно, полезная жизнь автомобилей имеет тенденцию к уменьшению.

Для оценки количества автомобилей, которые превратятся в отходы в данном году, необходимо составить таблицу, в которой расположить весь поток автомобилей по годам производства. Такие данные можно получить в лицензионных управлениях штата или в налоговых управлениях. Затем по уравнению (4) можно вычислить то количество машин, которое выйдет из строя через год. В расчетах принято, что $y=7,6$. При этом целесообразно использовать данные, приведенные в табл. 14.4 [29].

14.3.5. Другие отходы

К ним относятся отходы:

а) образующиеся от военных баз; хотя вопрос об отходах военных баз находится в стадии изучения, по данным шт. Гавайи, на военную установку приходится 3,9 кг отходов на душу населения в сутки, включая и бытовые;

б) мертвые животные; имеется очень немного сведений об удалении мертвых животных. По данным штата Мичиган, количество такого вида отходов составляет 0,27 кг на душу населения в год, а по данным округа Колумбия, — 0,45 кг.

Т а б л и ц а 14.14. Справочная таблица для определения количества автомобилей, превращающихся в утиль в данном году [29]

Год продажи	Число новых машин A	Доля автомобилей, выпущенных в год продажи и превратившихся в утиль в 19 «п» году, B	$AxB=C$ — число автомобилей, выпущенных в «год продажи и превратившихся в утиль в 19 «п»
19 «п—1»	$A(n-1)$	0,84	$C(n-1)$
19 «п—2»	$A(n-2)$	0,83	$C(n-2)$
19 «п—3»	$A(n-3)$	0,81	$C(n-3)$
19 «п—4»	:	0,78	:
19 «п—5»	:	0,75	:
19 «п—6»	:	0,71	:
19 «п—7»	:	0,66	:
19 «п—8»	:	0,61	:
19 «п—9»	:	0,56	:
19 «п—10»	:	0,51	:
19 «п—11»	:	0,46	:
19 «п—12»	:	0,4	:
19 «п—13»	:	0,35	:
19 «п—14»	:	0,31	:
19 «п—15»	:	0,26	:
19 «п—16»	:	0,22	:
19 «п—17»	:	0,19	:
19 «п—18»	:	0,15	:
19 «п—19»	:	0,13	:
19 «п—20»	$A(n-20)$	0,1	$C(n-20)$

14.4. Комбинированные муниципальные отходы

Часто возникает необходимость оценить скорость образования всех видов городских отходов: бытовых и коммерческих, строительного мусора и отходов от сноса зданий, отходов от уборки улиц, аллей, стрижки газонов, отходов зон отдыха, шламов от очистки питьевой воды и сточных вод. Промышленные отходы обычно не включаются. За эти объединенные отходы (за исключением промышленных), называемые твердыми муниципальными отходами, несут ответственность городские власти. Определить скорость образования твердых муниципальных отходов на душу населения по данным других муниципалитетов трудно, и результаты могут быть ошибочными. Как отмечалось выше, очень часто публикуются данные о собранных отходах, хотя результаты часто описываются как образующиеся отходы. Применение местных способов удаления (сжигание на месте, использование частных агентств по сбору отходов, которые не включаются в исследование, беспорядочное сваливание в отвал и т. п.) изменяет результаты. Неадекватны и категории отходов, которые включаются в понятие «муниципальные отходы». Одни города собирают только часть коммерче-

ских отходов, другие — все коммерческие и большую часть промышленных. Таким образом, процент собираемых отходов различных категорий и скорость образования отходов колеблются в зависимости от города.

Второй основной фактор, который способен снизить точность информации об образовании отходов, — время. Во-первых, если программа измерения количества отходов не рассчитана на весь год, то такие категории отходов, которые появляются сезонно (особенно от стрижки газонов, деревьев, отходы свежих овощей), могут учитываться (или не учитываться), и это приводит к тому, что среднегодовые данные не соответствуют фактическим. Во-вторых, влияние фактора времени сказывается в постоянном увеличении скорости образования отходов, которая может не соответствовать опубликованной за прошедшие годы.

Данные о скорости сбора отходов по нескольким городам приведены в табл. 14.15. За последние годы скорость образования от-

Таблица 14.15. Скорость сбора муниципальных твердых отходов на душу населения, кг/сут

Город	1957 и 1958 гг.	1965 г.	1967 г.	1968 г.	1970 г.	Источник
Сент-Питерсберг, Флорида	2,08					
Чандлер, Аризона	1,96					
Хартфорд, Коннек- тикут	1,76					
Омаха, Небраска	1,69					
Атланта, Джорджия	1,54					
Сан-Франциско, Калифорния	0,98					
Лос-Анджелес, Калифорния	2,07	2,93		3,12		[9]
Вашингтон, округ Колумбия	1,96	1,89		2,14		
Гарден-Сити, Нью- Йорк	1,77	1,62		1,79		
Сиэтл, Вашингтон	1,69	1,85		1,75		
Нью-Йорк,	1,63	1,85				
Цинциннати, Огайо	1,36	1,53		1,68		
Клифтон, Нью- Джерси			0,39			
Патерсон, Нью- Джерси			2,35			[20]
Пассейик, Нью- Джерси			2,7			[20]
Уэйн, Нью-Джерси			4,68			
Флинт, Мичиган				2,44		[30]
Калифорния (сред- нее)			2,93			[1]
Новый Орлеан, Луизиана				2,56		[6]
В среднем по США				2,73		[4]
Оаху, Гавайи					3,5	[5]
Среднее	1,71	1,94	3,06	2,28	3,5	—

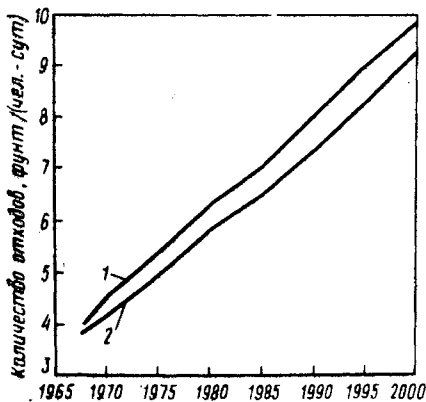


Рис. 14.1. Предполагаемое количество отходов на душу населения
1 — точная оценка; 2 — приближенная оценка

ходов увеличилась на 10%. Так как она превышает во много раз предполагаемую, следует предположить, что данный «рост» есть результат расширения количества включаемых в муниципальные отходы потоков, уменьшения сжигания отходов на месте и более тщательного удаления отходов.

Рекомендуемая для расчетов средняя скорость образования отходов для городов равна 0,28 кг, увеличение скорости в будущем показано на рис. 14.1. Заметим, что количество фунтов отходов на душу населения, приведенное на рис. 14.1, соответствовало среднему проценту сбора, в 1970 г. он составил 70%, а к 2000 г. увеличится до 95%.

Чтобы составить прогноз изменения количества отходов на душу населения (см. рис. 14.1), были разработаны показатели национального роста скорости (до 2000 г.) товарного производства основных (но не всех необходимых) видов каждого компонента отходов, входящего в муниципальные отходы. Показатель для пластиков, например, был найден определением среднего потребления пластиков, используемых для упаковки бытовых изделий, кукол и синтетических нетканых тканей. Это основные источники пластиков в муниципальных отходах. План выпуска товаров из пластиков будет, таким образом, влиять на рост количества пластмасс в муниципальных отходах.

Между производством товаров и удалением отходов существует различное «время запаздывания», которое влияет на количество отходов. Это время запаздывания оценивается и учитывается при разработке национальных показателей. Для примера опять возьмем пластик. Пластиковая упаковка практически не запаздывает, т. е. она сразу переходит из товара в отходы. Однако для пластика в фурнитуре (мебели, оборудовании и т. д.) время запаздывания может быть до 30 лет или больше в зависимости от типа фурнитуры и ее использования. В среднем для пластмасс в фурнитуре время запаздывания составляет 10 лет.

Приведенные показатели сами по себе не являются национальными прогнозами образования количества различных компонентов,

содержащихся в национальных отходах. Каждый показатель лишь отражает рост скорости производства материалов и товаров, охватываемых этой классификацией отходов, с соответствующей корректировкой времени запаздывания между производством товара и его удалением в виде отходов.

Предполагаемый национальный среднегодовой рост скоростей g' каждой из 10 основных составляющих отходов рассматривается в главе о свойствах отходов (см. гл. II). Среднегодовые значения роста скоростей были использованы в уравнении для предсказания количества отходов на душу населения и состава отходов до 2000 г. Предполагается, что для некоторых компонентов отходов таких, как дерево, кожа, резина, пищевые отходы, среднегодовой рост скорости будет оставаться относительно постоянным пропорционально увеличению населения. Предполагается, что среднегодовой рост пластиков, стекла, металлов в отходах будет значительно меняться. Согласно прогнозу, скорость роста отходов, например пластмасс, увеличивается до 1980 г., а затем будет падать приблизительно на 5% в год.

На основе данных о потреблении товаров, подготовленных торговыми ассоциациями, отделом коммерции Министерства торговли и другими организациями, составлены уравнения (5)—(13) прогнозирования количества и состава отходов:

$$L_j = F_j P_j \Gamma_j ; \quad (5)$$

$$L_j \approx F_j P_j \sum_{i=1}^N \Gamma_{i\beta} \frac{\Gamma'_{ij}}{\Gamma'_{i\beta}} ; \quad (6)$$

$$L_j = F_j P_j \sum_{i=1}^N \Gamma_{i\beta} x_{i\beta} \frac{\Gamma'_{ij}}{\Gamma'_{i\beta}} ; \quad (7)$$

$$L_j = F_j P_j \Gamma_{i\beta} \sum_{i=1}^N x_{i\beta} \frac{1}{\Gamma'_{i\beta}} \Gamma'_{i\beta} \cdot \frac{(1+g'_i)^{(j-1968)}}{(1+g'_{\text{pop}})^{(j-1968)}} ; \quad (8)$$

$$L_i = F_j P_j \Gamma_{i\beta} \sum_{i=1}^N x_{i\beta} \frac{(1+g'_i)^{(j-1968)}}{(1+g'_{\text{pop}})^{(j-1968)}} ; \quad (9)$$

$$x_{ij} = \frac{L_{ij}}{L_j} ; \quad (10)$$

$$x_{ii} = \frac{L_{i\beta} (1+g'_i)^{(j-1968)}}{\sum_{i=1}^N L_{i\beta} (1+g'_i)^{(j-1968)}} ; \quad (11)$$

$$x_{ij} = \frac{L_{i\beta} x_{i\beta} (1+g'_i)^{(j-1968)}}{L_{i\beta} \sum_{i=1}^N x_{i\beta} (1+g'_i)^{(j-1968)}} ; \quad (12)$$

$$x_{ij} = \frac{x_i \beta (1+g'_i)^{(j-1968)}}{\sum_{i=1}^N x_i \beta (1+g'_i)^{(j-1968)}}, \quad (13)$$

где L_j — общее количество перерабатываемых отходов для определенного штата или области в j -том году; L_{ij} — содержание i -го компонента в отходах, образовавшихся в определенном штате в j -том году; Γ_j — общее количество отходов на душу населения в определенном штате в j -том году; Γ_{ij} — содержание на душу населения i -го компонента в отходах, образовавшихся в определенном штате в j -том году; P_j — численность населения штата в j -том году; x_{ij} — масса фракции i -го компонента отходов, образовавшихся в определенном штате в j -том году; Γ'_{ij} — количество i -го компонента отходов, образовавшегося в j -том году, на душу населения по стране; g'_{pop} — среднегодовой рост населения страны; g'_i — среднегодовой рост скорости национального показателя для компонента отходов; F_j — часть общего количества отходов, образовавшихся в i -й год, которые собраны или переработаны; N — число категорий отходов; β — сведения приводятся к основному 1968 г.; Γ'_{ij} — среднее значение по стране.

Уравнения составлены таким образом, что охватывают период времени до 2000 г. и далее до j'' года.

Уравнения (9) и (13) позволяют оценить общее среднегодовое количество отходов и их состав для любого штата США по 2000 г., процент сбора F_j , количество отходов на душу населения F_β , состав отходов $x_{i\beta}$.

Как среднегодовой национальный показатель, так и скорость роста населения g'_i и g'_{pop} не являются постоянными величинами и могут изменяться с каждым годом. Однако для проектируемой модели уравнения (5) и (9) были составлены с таким расчетом, чтобы выразить эти изменения через среднегодовой рост скорости.

При использовании этих уравнений и национального показателя для прогноза удаляемого количества муниципальных отходов и характера их природы предполагается, что скорость роста отходов каждой категории в каждом отдельном штате или районе США равна скорости роста в масштабах страны. Это предположение обычно верное, но возможны и исключения. Например, количество выбрасываемого стекла по стране может увеличиться на 10% за 10-летний период. Из-за введения местных указов, запрещающих одноразовое использование бутылок из-под напитков, количество брошенного стекла будет отличаться в различных штатах или районах страны.

Другой метод расчета скорости образования отходов, по данным шт. Нью-Йорк, использует уравнение

$$Q = 1,54 \log (PD) - 0,68, \quad (14)$$

где Q — количество собираемых отходов в фунтах на душу населения в сутки; PD — плотность населения, чел/миля², и $500 < PD < 12\,000$.

Уравнение получено путем регрессионного анализа данных сбора по штату. На рис. 14.2 показаны большой разброс основных

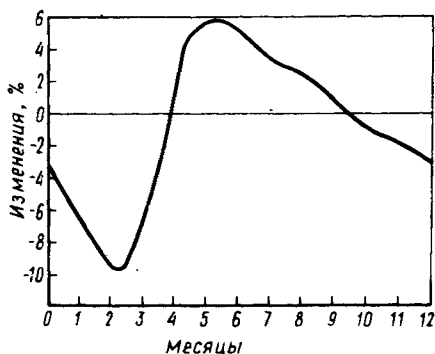
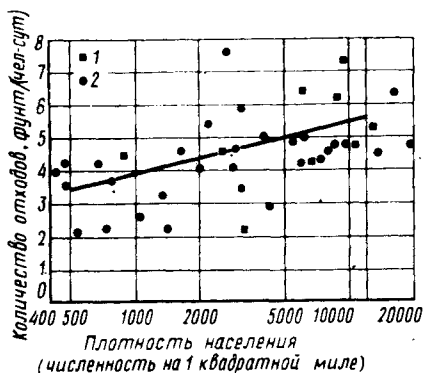


Рис. 14.2. Зависимость объема собранных городских отходов от плотности населения

Рис. 14.3. Сезонные изменения количества твердых отходов

1 — средневзвешенное значение; 2 — расчетное значение

результатов и кривая уравнения (4). Для оценки скорости сбора отходов по третьему методу применяют соотношение население: плотность населения (табл. 14.16) на основе данных, полученных при изучении информации об отходах в штате Нью-Йорк.

Чтобы подсчитать рост отходов на душу населения и увеличение процента сбора от основного 1968 г., используя последние два метода, необходимо экстраполировать результаты, используя данные изучения отходов по шт. Нью-Йорк. Например, если необходимо оценить скорость образования отходов в 1985 г. в Нью-Йорке, значение 5 фунтов на душу населения в сутки для 1968 г. следует умножить на 6,5/3,9, т. е. отношение средних скоростей сбора отходов США в 1985 г. к 1968 г. из рис. 14.1, что даст для 1985 г. число 8,33.

Из-за сезонного распределения отходов (например, отходов от уборки дворов, зон отдыха) количество их изменяется в течение года. Графическая оценка предполагаемого распределения количества отходов в течение года, по Кеннеди, показана на рис. 14.3.

Данные о скорости сбора отходов в других странах приведены, по Рогасу, в табл. 14.17.

Таблица 14.16. Скорости сбора твердых муниципальных отходов [28]

Численность	При данных интервалах плотности населения на 1 км, кг на душу населения в сутки		
	0—1562 км ²	1563—2734 км ²	2735 км ²
0—4 999	1,49	—	—
5 000—19 999	1,62	2,25	2,07
20 000—99 999	1,85	1,85	2,07
100 000	2,07	2,3	2,52

Таблица 14.17. Количество отходов бытовых и коммерческих на душу населения [1959—1961 гг.]

Страна	Численность обслуживаемого населения, млн. чел.	Интервал	Медиана	
			кг/год	кг/сут
США	0,05—8,5	1100—1700	089	1,72
Англия	0,07—8,6	450—1800	292,5	0,8
Франция	0,05—4,5	400—900	258,8	0,71
ФРГ	0,7 —2,2	470—535	216	0,59
Шотландия	0,5 —1,125	450—600	285,8	0,78
Швеция	0,4 —0,8	400—750	285,8	0,78

14.5. Промышленные твердые отходы (см. гл. 12)

Переработка промышленных твердых отходов редко находится в ведении государственных организаций.

Поскольку проблемы удаления отходов решаются отдельными фирмами, точный состав и количество отходов могут иметь стратегическое значение для конкурентов. Этим объясняется то обстоятельство, что к моменту написания книги (1972 г.) федеральных исследований почти не проводилось. Известно лишь немного данных, позволяющих определить скорость образования отходов.

Однако в последние годы различные управления планирования удаления твердых отходов штатов и областей пытаются исследовать структуру образования промышленных отходов, чтобы иметь представление в перспективе о масштабах этого вида отходов. Собраны данные трех типов: среднее значение распределения отходов на душу населения по стране; средние темпы образования отходов по массе на одного рабочего в день для промышленных групп, что характеризуется с помощью кодов Стандартной промышленной классификации; темпы образования отходов для определенных заводов. Хотя ни один из этих факторов не является решающим, каждый может использоваться при оценке количества удаляемых промышленных отходов.

14.6. Общие оценки образования промышленных отходов

Скорость образования промышленных отходов часто выражают как количество килограммов отходов на душу населения. Обычно в публикуемые данные не включают промышленные отходы, которые образуются при добыче полезных ископаемых и на лесозаготовках. Так как отходы лесозаготовок нередко удаляются или уничтожаются на месте, отсутствие данных по этим отходам не влияет на публикуемые сведения о масштабах удаления отходов. Подобным образом отходы от добычи полезных ископаемых и рудные хвосты хотя и оказывают вредное влияние на экологию и окружающую среду, как правило, не считаются проблемой твердых отходов. В табл. 14.18 показано образование твердых отходов обрабатывающей промышленностью. Типичные значения для США

Таблица 14.18. Скорость образования промышленных отходов на душу населения, кг/сут

	Год	Объем образующихся отходов, кг/сут	Источник информации
<i>Средние данные по стране</i>			
Производственные отходы	1967	1,44	[33]
Отходы по отраслям:	1968	0,84	[4]
химическая промышленность	1967	0,28	[34]
горнодобывающая промышленность:			
добыча (кроме погрузки)	1972	4,93	
хвосты	1972	3,7	
отходы гидрометаллургического завода	1972	1,85	[35]
шлак и зола	1972	0,62	
отходы производственных процессов	1972	0,5	
Отходы деревообрабатывающих предприятий	1965	0,41	
<i>Средние значения количества производственных отходов по отдельным штатам</i>			
Штаты:			
Орегон	1970	0,56 *	[36]
Кентукки	1970	0,74	[37]
Нью-Йорк	1967	0,62	[28]
Округи и муниципалитеты:			
Дженеси, Мичиган	1968	1,34	[30]
Санта-Клара, Калифорния	1968	1,76	[1]
Патерсон, Нью-Джерси	1968	1,3	
Клифтон, Нью-Джерси	1968	1,7	
Пассейик, Нью-Джерси	1968	1,62	[20]
Уэйи, Нью-Джерси	1968	0,72	

* Включены 10,82 кг на душу населения в сутки древесных отходов.

колеблются от 1,2 до 1,4 кг на душу населения в сутки, т. е. являются исключительно средними значениями.

Следовательно, непромышленные городские районы или очень индустриальные будут иметь показатели, которые отличаются от этого среднего значения.

В качестве основного показателя измерения образования отходов следует использовать такую единицу, как тонна на одного рабочего в год (ТЕУ). Можно предположить, что в идеальном случае эта единица будет достоверной, если она выведена для заводов, выпускающих одинаковую продукцию, и если при расчетах учитывались только рабочие, занятые непосредственно производством. К сожалению, однако, принято считать, что методы производства являются собственностью фирмы и о них не сообщается в печати; кроме того, при расчетах число работников, занятых непосредственно производством, обычно не учитывается отдельно от общего количества сотрудников завода.

Другую потенциально возможную единицу измерения объема отходов — килограммы отходов на единицу продукции — трудно определить из-за секретности, которой окружено производство. Для согласования большинство скоростей образования промышленных отходов выражается в тоннах на работника в год в расчете на общее количество всех работников завода.

Вторая причина разброса данных о промышленных отходах состоит в том, что основным источником информации являются анкетные обзоры. Большинство сведений о промышленных отходах государственных предприятий было получено в ответ на телефонную или отправленную по почте просьбу. Допустим, что отвечающий старается сообщить точные данные. Но большинство фирм не взвешивает свои отходы, и поэтому скорости образования отходов часто определялись по недельному или дневному объему отходов и их плотности. Опыт показывает, что такая оценка обычно занижена и ошибочна.

Оценка количества отходов в тоннах на одного рабочего в год показала [33], что логарифмическое распределение лучше всего описывает дисперсию данных. В этом случае логарифм ТЕУ и вероятность ТЕУ связаны линейной зависимостью.

Данные, заимствованные из ряда литературных источников, представлены в табл. 14.19.

В табл. 14.20 приведены разброс данных о количестве отходов на одного рабочего в год, а также количество шлама и жидких отходов, образующихся в различных отраслях промышленности. Информация получена из анкет, разосланных по почте, а также путем нескольких опросов с учетом населения промышленных районов северо-востока Нью-Джерси и Эйре и округа Ниагара в Нью-Йорке (95% уровень достоверности).

Карьерные работы. По данным шести песчаных и гравиевых карьеров в шт. Нью-Йорк, средняя скорость образования отходов составляет 20 т в рабочий день. При дроблении камней в течение рабочего дня образуется 120 т пустой породы и бракованных материалов.

Горнодобыча. Сведения об образовании отходов в горной промышленности представлены в таблице [34].

Производство стали. Известно [40], что на каждую тонну железа, получаемого в печи с продувкой, образуется 0,8 т шлака и 0,2 т пыли. Часть пыли улавливается и возвращается обратно в печь. Твердые отходы, образующиеся на 1 т стали, — это те твердые частицы, которые улавливаются из отходящих газов: 23—27 кг — из газов кислородной печи, 13,6 кг — из газов печи с продувкой, 9,1 кг — из конвертерных газов, 10—13,6 кг — из газов электропечей.

Литейные операции. Последняя информация об отходах литейного производства представлена в табл. 14.21.

Пищевые продукты:

1) фрукты и овощи. В процессе сбора, доставки, переработки, упаковки фруктов и овощей образуется большое количество отхо-

Таблица 14.19. Образование промышленных отходов на одного рабочего в год, т

	По данным литературных источников							
	[38]	[33]**	[21]	[1]	[28]	[39]	[37]	[36]
Очистка хлопка		$\frac{63^*}{13}$						
Разрушение, снос		$\frac{4510}{16}$	$\frac{4000}{4}$					
Пищевые и подобные продукты	$\frac{7,95^*}{30}$	$\frac{108}{14}$				4,94	4,9	
Упаковка для мяса, кур и т. д.		$\frac{7,3}{19}$			6,2			1,43
Упаковка для кур, другие виды упаковки		$\frac{0}{5}$						
Консервированные фрукты, овощи, джемы					55,6			
Замороженные фрукты и соки, овощи и др.					18,3			
Маринованные фрукты и овощи, упаковка даров моря					12,9			6,76
Мука и подобные продукты			$\frac{17,3}{3}$					
Рисовая мука		$\frac{66}{10}$						

	По данным литературных источников							
	[38]	[33]**	[21]	[1]	[28]	[39]	[37]	[36]
Хлеб и другая выпечка, кроме печенья, галет		$\frac{5,96}{3}$						
Тростниковый сахар нерафинированный		$\frac{0}{11}$						
Жареный кофе		$\frac{0}{3}$						
Шортеринг, паста, напитки и т. п.			$\frac{13,8}{7}$		5,8			
Габакки		$\frac{10,8}{\text{Нет данных}}$					1,43	
Текстильные товары	$\frac{2,16}{18}$	$\frac{2,52}{10}$	$\frac{3,7}{2}$		0,26	0,53	0,15	
Одежда и другие товары	$\frac{2,19}{17}$	$\frac{0,56}{9}$			0,31	0,53	1,85	
Строевой лес и другие лесоматериалы	$\frac{8,53}{9}$					21,69	18,86	
Пиломатериалы		$\frac{0}{\text{Нет данных}}$			1930			630

Пиломатериалы, фанера		<u>277</u> 30			162		
Пиломатериалы		<u>8,65</u> 9					
Облицовочная фанера и фанера		<u>0</u> 4					
Деревянные коробки, ящики		<u>85</u> 15					
Разборные домики, деревянная обшивка		<u>87</u> Нет данных					
Мебель	<u>2,87</u> 7				0,52	20,16	1,53
Металлическая мебель, матрацы, венецианские жалюзи		<u>7,3</u> Нет данных					
Бумага и сопутствующие товары	<u>3,99</u> 20	<u>17,5</u> 29			2.	12,54	4,07
Печатные издания и т. д.	<u>5,84</u> 26				0,49	13,2	1,22
Книги, коммерческие и деловые издания		<u>16,5</u> 10					
Химикаты и сопутствующие товары			<u>37,1</u> 3			8,21	17,66

	По данным литературных источников							
	[38]	[33]**	[21]	[1]	[28]	[39]	[37]	[36]
Спирты, газы, органические и неорганические соединения				$\frac{10}{8}$				
Пластмассы, синтетические волокна		$\frac{13,1}{13}$						
Краски, лаки, эмали		$\frac{5,3}{8}$		$\frac{2,25}{\text{Нет данных}}$				
Рафинированная нефть и т. д.	$\frac{1,59}{5}$							63,55
Рафинированная нефть				$\frac{23,5}{\text{Нет данных}}$				
Асфальт и покрытия		$\frac{80,5}{8}$						
Резина и различные резиновые товары	$\frac{9,83}{13}$				2,6	1,55	1,21	
Покрышки, трубы, различные товары из резины		$\frac{11,9}{13}$						
Кожа и кожаные изделия	$\frac{8,99}{3}$				0,17	2,49	3,34	

Дубление и обработка кожи		<u>19,4</u> 7					
Камень, глина, стекло и бетонные изделия	<u>6,41</u> 16		<u>143</u> 8		2,4	18,11	31,11
Оконное стекло, сосуды из дутого стекла		<u>98,5</u> 7					
Керамика, бетон, асбест и т. д., кроме стекла		<u>5,01</u> Нет данных					
Стекланные изделия и товарное стекло		<u>5,28</u> Нет данных					
Производство основных металлов	<u>3,18</u> 12	<u>3,04</u> Нет данных	<u>68,8</u> 2		24		5,99
Производство изделий из металлов	<u>6,82</u> 36		<u>5,1</u> 3		1,7	6,73	3,97
Металлические бочки		<u>3,4</u> 3					
Ножницы, инструмент, тяжелое оборудование		<u>2,93</u> 18					
Оборудование	<u>3,19</u> 48			<u>5,1</u> 3	2,6	4,18	4,92
Электрооборудование	<u>2,94</u> 19	<u>2,08</u> 20			1,7	2,98	2,14

	По данным литературных источников							
	[38]	[33]**	[21]	[1]	[28]	[39]	[37]	[36]
Транспортное оборудование	$\frac{2,56}{8}$	$\frac{2,14}{9}$			1,3	3,39	1,17	
Научные приборы, фото, оптика, часы	$\frac{1,77}{8}$	$\frac{5,36}{\text{Нет данных}}$			0,12	2,52	0,19	
Различные товары	$\frac{1,6}{20}$	$\frac{4,59}{\text{Нет данных}}$			0,14	2,49	20,13	
Скотный двор		$\frac{2,60}{\text{Нет данных}}$						
Автомобили и другие машины			$\frac{18,6}{8}$					
Аптеки, магазины химреактивов			$\frac{6,2}{3}$					
Бакалея			$\frac{4,9}{2}$					
Электромагазин			$\frac{2,7}{5}$					
Различная оптовая торговля			$\frac{17}{3}$					

Продажа пиломатериалов		<u>4,6</u> 2					
Магазины основных товаров		<u>1,3</u> 2					
Бакалейные товары		<u>35,7</u> 13					
Продажа машин (новых и подержанных)		<u>27,2</u> 3					
Магазин одежды		<u>2,1</u> 4					
Магазин мебели		<u>68,3</u> 3					
Магазин розничной торговли		<u>8,7</u> 2					
Недвижимое имущество, страхование, финансирование		<u>1,1</u> 3					
Ремонтные мастерские		<u>1,4</u> 5					
Предприятия увеселительные		<u>11,5</u> 3					
Медицина и здравоохранение		<u>4</u> 2					

* Во всей таблице в числителе приведено количество образующихся отходов на одного работающего, т/год, в знаменателе — число фирм, представивших информацию для определения среднего количества отходов, т/год.

** В данных учтена местная переработка отходов.

*** В графах 6, 7, 8, 9 приведено количество образующихся отходов на одного работника в год, т.

Таблица 14.20. Коэффициенты промышленных отходов

Промышленность	Значения точек	Среднее количество отходов на одного рабочего в год, т	Стандартное отклонение	95% точных пределов
Пищевая:				
твердые	31	7,949	10,451	1,877
жидкие	11	0,001	0,036	0,025
полужидкие	1	0,4	—	—
Текстильная:				
твердые	16	2,16	1,854	0,464
жидкие	15	0,107	0,233	0,135
полужидкие	1	1,508	—	—
Швейная:				
твердые	20	2,192	6,197	1,461
жидкие	0	—	—	—
полужидкие	0	—	—	—
Деревообрабатывающая:				
твердые	10	8,531	7,648	2,419
жидкие	0	—	—	—
полужидкие	0	—	—	—
Мебельная:				
твердые	7	2,783	3,578	1,352
жидкие	0	—	—	—
полужидкие	0	—	—	—
Бумажная:				
твердые	21	3,987	8,267	1,804
жидкие	9	0,01	0,026	0,013
полужидкие	8	0,012	0,073	0,052
Полиграфическая:				
твердые	24	5,835	5,958	1,242
жидкие	12	0,013	0,000	0,000
полужидкие	0	—	—	—
Химическая:				
твердые	39	0,862	7,437	1,191
жидкие	23	2,599	4,504	1,593
полужидкие	28	2,554	5,944	2,102
Нефтяная:				
твердые	4	1,594	2,751	1,376
жидкие	1	0,141	—	—
полужидкие	1	0,003	—	—
Производство резины, пластмасс:				
твердые	13	9,835	9,163	2,541
жидкие	8	0,072	0,1	0,071
полужидкие	1	0,084	—	—
Кожевенная:				
твердые	2	8,989	6,986	4,941
жидкие	0	—	—	—
полужидкие	0	—	—	—
Производство камня, глины:				
твердые	18	6,412	15,3	3,606
жидкие	1	0,005	—	—
полужидкие	7	0,011	0,024	0,017

Промышленность	Значения точек	Среднее количество отходов на одного рабочего в год, т	Стандартное отклонение	95% точных пределов
Производство основных металлов:				
твердые	13	3,184	8,21	2,277
жидкие	5	1,397	12,067	8,534
полужидкие	1	0,423	—	—
Производство сплавов:				
твердые	42	6,832	9,18	1,416
жидкие	22	0,014	0,024	0,009
полужидкие	23	0,055	2,268	1,309
Производство неэлектрического оборудования:				
твердые	47	3,189	1,448	0,211
жидкие	21	0,258	0,137	0,052
полужидкие	18	2,453	2,361	1,363
Производство электрооборудования:				
твердые	21	2,941	7,009	1,529
жидкие	15	0,172	0,077	0,039
полужидкие	0	—	—	—
Производство оборудования для транспорта:				
твердые	8	2,562	4,097	1,449
жидкие	4	0,319	0,183	0,129
полужидкие	6	0,191	0,124	0,88
Производство приборов:				
твердые	7	1,769	2,061	0,779
жидкие	5	0,074	0,088	0,062
полужидкие	0	—	—	—
Производство различных товаров:				
твердые	25	1,603	1,883	0,377
жидкие	0	—	—	—
полужидкие	0	—	—	—

Таблица 14.21. Количество твердых отходов в литейной промышленности [41]

Источник	Характеристика	м ³ /нед	т/год	т/год на одного рабочего
Вагранка	Песок и полужидкие	64	4 805	9,61
Восстановление песком	Песок	95	8 190	16,38
Бассейн-отстойник	Полужидкие	32	2 175	4,37
Еженедельная очистка	В основном песок	22	1 850	3,7
	Всего		17 020	34,06

дов, которые после утилизации используют в качестве сухого корма для животных. Скорость образования подобных отходов, выраженная как процент от объема урожая, представлена в табл. 14.22.

Таблица 14.22. Скорость образования отходов при сборе урожая и обработке (% от массы урожая)

Продукты	Количество отходов, % по данным						
	[42]	[43]	[43]	[44]	[43]	[43]	[43]
Фрукты:							
яблоки	47	12	55	28 (9)*			
абрикосы		8					
ягоды	5						
вишня		5	10				
цитрусовые				39 (1)			
клюква		2					
грейпфрут		3					
виноград			15				
лимоны		3					
апельсины		3					
персики	11	20		27 (18)			
груши	46	12		29 (20)			
клубника		10	10				
Овощи:							
спаржа	30				50	41	
бобы (зеленые)				21 (11)		12	20
бобы (зрелые)						85	
свекла	38			41 (20)		25	40
капуста						25	
морковь				41 (20)		33	52
цветная капуста	75						
кукуруза	72			66 (4)		86	
Семена хлопка		36					
Маслины				14 (2)			
Земляные орехи							25
Горох	8			12 (4)		79	8
Картофель:				33 (4)			
в шелухе							17—22
готовый							1—2
сортовой							2—7
на хранении							
Рис					14,5		
Семена сафлора					40		
Шпинат						40	
Сладкий картофель				8 (6)			
Помидоры:							

* По всей колонке в круглых скобках приводится количество влажных отходов при использовании побочных продуктов.

2) мясо и рыба. Большая часть отходов, образующихся при обработке мяса и рыбы, находит применение. Отходы от потрошения обычно не используются. На бойнях на каждое животное образуется значительное количество отходов потрошения: для крупного

рогатого скота 34 кг, на одну свинью 3,2 кг, одну лошадь 12,4 кг и одну овцу 1,4 кг. При обработке рыбы на 1 кг продукта образуется 1 кг отходов [36]. Значительная часть рыбных отходов идет на корм норке и на удобрение. Почти не перерабатывается скорлупа крабов, устриц, креветок.

Отходы сельского хозяйства образуются при откармливании животных и выращивании фруктов и овощей. Информация скорости образования сельскохозяйственных отходов опубликована на основе среднегодовых данных количества отходов на душу населения и данных об урожаях некоторых культур.

Среднее количество сельскохозяйственных отходов на душу населения. По данным Хикмана, в 1968 г. в США среднегодовое количество сельскохозяйственных отходов на душу населения в сутки составило 18,7 кг навоза, подстилки и 7,6 кг отходов от уборки урожая. По отдельным штатам отходы на душу населения в сутки распределяются следующим образом: 4,4 кг для Калифорнии (см. также гл. 11) в 1968 г., 2,5 кг для Нью-Йорка в 1970 г. и 4,5 кг для Оаху в 1970 г. Неточность использования такого усреднения хорошо иллюстрируется сравнением данных Хикмана (который 71% сельскохозяйственных отходов приписывает животноводству) с данными для г. Оаху, где только 10% отходов образуются в животноводстве, а 70% отходов относится к переработке сахарного тростника.

Полевые и технические культуры. Среднегодовые скорости образования отходов от обычных полевых и технических культур представлены в табл. 14.23. Обычно эти отходы запахивают в землю.

Таблица 14.23. Объем т/га сельскохозяйственных отходов полевых и технических культур* в год

Культура	Скорость образования отходов	Культура	Скорость образования отходов
Спаржа	3,7	Сорт сорго	3,7
Ячмень	3,7	Овес	3,7
Бобы	4,9	Лук репчатый	4,9
Брюссельская капуста	7,4	Земляные орехи	4,9
Капуста	7,4	Горох	4,9
Морковь	4,9	Перец	4,9
Цветная капуста	9,8	Ананасы	27
Сельдерей	4,9	Картофель	4,9
Хлопок	4,9	Рис	7,4
Кукуруза	11,1	Сорго	7,4
Огурцы	4,9	Тыква	7,4
Чеснок	4,9	Сахарная свекла	7,4
Салат латук	9,8	Сахарный тростник	47,4
Дыни	7,4	Помидоры	7,4
		Пшеница	3,7
		Другие культуры	4,9

* Кукуруза в початках (не силос).

Фрукты, орехи и различные садовые культуры. Среднегодовая скорость образования отходов при выращивании фруктов, орехов (на деревьях) и других продуктов садоводства приведена в табл. 14.24.

Таблица 14.24. Объем сельскохозяйственных отходов, образующихся при выращивании фруктов, орехов и из других источников, т/га

Культура	Только подрезка		Общее количество отходов					
	пло- доно- сящих	не- пло- доно- сящих [46]	пло- доно- сящих [39]	не- пло- доно- сящих [39]	общее количе- ство отходов по данным			
					[1]	[5]	[47]	
Фрукты:								
авокадо					3,7			
яблоки	5,6	2,8	3,8	0,32	5,6			
абрикосы	5,26	1,3	3,8	0,9	4,9			
вишни	1*	0,52	3,5	0,77				
финиковые пальмы					2,5			
фиговые деревья			3,85		5,6			
виноград	4,9	2,5	4	1,48	5,9			
гладкие персики					5,9			
оливы			3,85		3,7			
апельсины			3,85		2,5			
фруктовые деревья						4,8		
персики	4,5	2,2	3,63	0,89	5,9			
груши	5,6	1,85	7,5	2	5,56			
хурма			3,85					
слива	3,3	0,83	5,03	0,9	4,9			
чернослив	2,8	0,72	1,33	0,74	2,5			
айва					4,9			
Орехи:								
миндаль			0,79		3,7			
грецкие	2,5	1,23	1,26	0,32	2,5			
Другие:								
грибы								480
теплица (питомник)								61,7
декоративные растения						4,19		
цветы								61,7

* Вишню не подрезают после 6 лет.

Отходы животноводства:

1) навоз — наиболее значительная часть отходов животноводства и птицеводства; к нему добавляется подстилочный материал, который требуется животным, содержащимся в стойлах. Скорость образования навоза показана в табл. 14.25 (сюда не включены сведения о количестве воды после промывки);

2) мертвые животные. Скорость образования отходов этого вида может быть определена с применением связующих множителей: 0,06 — для крупного рогатого скота, свиней и овец; 0,12 — для кур и цыплят; 0,03 — для остальной домашней птицы.

Таблица 14.25. Скорость образования навоза, т/год

Источник	Число животных	Количество навоза, образуемого животными, по данным					
		[21]	[1]	[48]	[49]	[50]	[51]
Цыплята (бройлерные)	1000	45,6		67,5		74,4	
Куры (яйценосные)	1000		47				
Свиньи	1	1,28	1,75		1,45	1,45	
Мясные животные	1		7,5				
Молочные коровы	1	11,7	13		13,21	18,1	
Индейки	1000	140					
Кролики *:							
самки с четырьмя детенышами	1000						84
самцы	1000						42
Овцы	1	0,55					

* Чтобы учесть подстилку и гнезда, числовые значения надо умножить на 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «California Solid Waste Management Study (1968) and Plan (1970). EPA/OSWMP SW-2tsg (1971).
2. Niessen W. R. and Chansky S. H. «The Nature of Refuse», Proc. ASME Incinerator Conference (1970), p. 1.
3. Partridge L. J. Jr., and Harrington J. J. Quantitative Estimates for Solid Waste Management in Boston», Discussion Paper 71—4, Environmental Systems Program, Harvard University (Dec. 1971).
4. «Technical and Economic Study of Solid Waste Disposal Needs and Practices», HEW, PHS, Bureau of Solid Waste Management (1969), PHS Publication 1886.
5. «Study of Economics of Hospital Solid Waste», Progress Report: June 1, 1970—May 31, 1971, Division of Environmental Health, School of Public Health, University of Minnesota.
6. «Master Plan for Solid Waste Collection and Disposal, Tri-Parish Metropolitan Area of New Orleans», Albert Switzerger and Associates, Inc., USDHEW, BSWM (196).
7. «Report on Solid Waste Collection and Disposal, City of Malden, Mass., Greenleaf/Telesca Engineers, Miami, Fla. (Nov. 1967).
8. «Solid Waste Disposal Ptzogram for Metropolitan Boston», Vol. 1. Metropolitan Area Planning Council (approx 1966).
9. Anon. «Analysis of Composition of Rubbish in the United States», *Solid Waste Management* 9, 15 (1972), p. 74.
10. Davidson G. R., Jr. «A Study of Residential Solid Waste Generated in Low-Income Areas», EPA Report SW-83ts (1972).
11. Shell R. L., and Schape D. S. «A Study of the Problem of Predicting Future Volume of Waste», *Solid Waste Management* 15: 3 (1972).
12. Baffa J. J. and Bartilucci N. «Bulky and Demolition Wastes», Report to the City of New York, John Baffa Consulting Engineers, N.Y. (1968).
13. Rogus C. A. «Collection and Disposal of Oversized Burnable Wastes», *Public Works*, 97: 106 (Apr. 1966).
14. «Empirical Analysis of Commercial Solid Waste Generation», Journal of the Sanitary Engineering Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, pp. 843—850, Dec. 1971.
15. «Louisville, Kentucky—Ind. Metropolitan Region Solid Waste Disposal Study», Interim Report on a Solid Waste Demo. Project, Vol. 1 (Jefferson County, Kentucky), USDHEW, BSWM (1970).

16. «Predicted 60% Increase in Hospital Wastes Through Use of 'Disposables', Solid Wastes Management/RRJ 15 : 6 (june 1972), p. 10.
17. District of Columbia Solid Waste Management Plan, Status Report 1970, EPA/OSWMP SW-4tsg (1971).
18. «Study of Economics of Hospital Solid Waste Systems—Progress Report June 1, 1970—May 31, 1971», Division Environmental Health, School of Public Health, University of Minnesota.
19. «The Treatment and Management of Urban Solid Waste», D. G. Wilson, Editor, Technomic, Westport, Conn. (1972).
20. W. T. Ingram and F. P. Francia «Quad City Solid Waste Project—Interim Report», paper presented for U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare by Quad-City Solid Wastes Committee Staff, 1968.
21. Omaha-Council Bluffs Solid Waste Management Plan—Status Report 1969 EPA/OSWMP SW-3tsg (1971).
22. «Water Pollution Aspects of Urban Runoff», report by the APWA to the FWPCA (Jan. 1969).
23. «A National Study of Roadside Litter», Research Triangle Institute Report (Oct. 1969).
24. «Farming the Forest for Fiber», *Environmental Sciences and Technology*, 6 : 10 (Oct. 1972) p. 876.
25. Spooner C. S. «Solid Waste Management in Recreational Forest Areas», EPA/OSWMP Publication SW-16ts (1971).
26. Weaver L. «Refuse and Litter Control in Recreational Areas», *Public Works* (Apr. 1967).
27. Niessen W. R., and Bowne R., private communication.
28. New York Solid Waste Management Plan, Status Report 1970 EPA/OSWMP SW-5 tsg (1971).
29. «Automobile Scrapping Processes and Needs for Maryland», EPA-BSW in Publication SW-10d (1970).
30. «The Solid Waste Disposal Study, Genesee County, Michigan», U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, 1968.
31. Kennedy J. C. «Seasonal Variations in Municipal Solid Waste Output», Eng. Foundation Res. Conf. on Solid Waste R & D, July 24—28 (1967).
32. Rogus C. A. «Refuse Collection and Disposal in Western Europe», *Public Works* 93 : 98 (Apr. 1962).
33. «Technical-Economic Study of Solid Waste Disposal and Practices», EPA-BSWM Pub SW-7c (1969).
34. Grove C. S., Jr., and Kestner M. L., and Nemerow N. L. «Rehabilitation of Solid Industrial Waste Disposal Sites», 24th Purdue Industrial Waste Conference, May 1969.
35. Hershafit A. «Solid Waste Treatment Technology», *ES&T* 6 : 5, p. 412 (1972).
36. «Industrial Solid Waste Survey—Oregon: 1970», Solid Waste Section: Oregon State Board of Health (1971).
37. «An Industrial Solid Waste Management Plan for Kentucky», Div. Solid Waste Disposal, Kent State Dept. Health (1971).
38. Niessen W. R. and Alsobrook A. F. «Municipal and Industrial Refuse: Compositions and Rates», Proceedings National ASME Incinerator Conference (1972).
39. «Comprehensive Studies of Solid Waste Management-Second Annual Report», EPA/BSWM Pub SW-3rg (1970).
40. Lund H. F., Ed. «Industrial Pollution Control Handbook», McGraw Hill, New York, 1971.
41. Senske M. L. «Solid Waste Management Practices in a Foundry», Office of Solid Waste Management Programs Open File Report TO5/0 (1970).
42. Miller F. H. «Conversion of Organic Solid Wastes into Yeast; An Economic Evaluation», PHS Publication 1901 (1969).
43. Chichester C. O., Mraak E. M., and Steward G. F. (editors), «Advances in Food Research», Volume 17, Academic Press, New York, 1969.
44. Presentation to Subcommittee on Air and Water Pollution of Committee on Public Works, U.S. Senate. Hearings in Washington, D.C., Feb. 26, 1971.
45. Hickman H. L., Jr. «Solid Waste Management», *District Heating* 57 (1) : 18—19, 22—24 (Summer 1971).

46. «Comprehensive Studies of Solid Waste Management», First Annual Report, USDHEW-PHS Publication SW-3rg.
47. «Comprehensive Studies of Solid Waste Management», Third Annual Report, EPA publication Sw-10rg.
48. Hart S. A. «Problems in the Management of Livestock Manures», Paper No. 59—405, Am. Soc. Agr. Eng., Meeting, Ithaca, N.Y., June 1959.
49. Taiganides P. E. «Agricultural Solid Waste», Journal Paper J-4738 Iowa: Iowa Agricult. Experimental Station (1964).
50. Scholz H. G. «Systems for the Dehydration of Livestock Wastes—A Technical and Economical Review», Proc. Int'l. Symp. on Livestock Wastes, Apr. 19—22 (1971).
51. Casady R. B. Value and Use of Rabbit Manure», USDA Publication CA-44-47, Feb. 1962.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр
Глава 10. Использование промышленных отходов в качестве вторичного сырья или источника энергии (Давид Г. Вилсон)	5
10.1. Целесообразность переработки отходов	5
10.2. Наличие и стоимость материалов	6
10.3. Промышленная переработка отходов	14
10.4. Использование первичного и вторичного сырья	31
10.5. Методы идентификации материалов	176
10.6. Сортировка разнородных отходов для вторичного использования	193
10.7. Централизованная сортировка разнородных городских отходов	195
10.8. Энергетические аспекты проблемы переработки городских отходов	203
Глава 11. Переработка отходов животноводства и лесоводства	218
11.1. Переработка отходов животноводства (С. А. Харг, Дж. Н. Ньюхол)	
11.1.1. Навоз и другие отходы животноводства (218). — 11.1.2. Откармливание мясных животных (222). — 11.1.3. Молочное хозяйство (224). — 11.1.4. Навозные отстойники (225). — 11.1.5. Другие методы переработки навоза (226). — 11.1.6. Переработка отходов, образующихся при уборке урожая (228). — 11.1.7. Переработка пестицидных контейнеров (231). — 11.1.8. Бытовые отходы (233)	
11.2. Удаление лесных отходов (Дж. Н. Ньюхол)	233
11.2.1. Древесные отходы (234). — 11.2.2. Отходы, образующиеся при обработке древесины (235). — 11.2.3. Дрова и древесный уголь (236). — 11.2.4. Производство спирта (236)	
Список литературы	237
Глава 12. Промышленные твердые отходы (Р. В. Элдредж)	238
12.1. Источники информации	238
12.1.1. Пищевые товары и упаковка (239). — 12.1.2. Бумажные товары (240). — 12.1.3. Химическая продукция (240). — 12.1.4. Оборудование (240). — 12.1.5. Автомобильное производство (240). — 12.1.6. Резина и пластмассы (241)	
12.2. Система классификации отходов	240
12.3. Потенциальная опасность	245
12.4. Способы обработки	249
12.4.1. Промышленные свалки (249). — 12.4.2. Промышленные печи сжигания (256). — 12.4.3. Химическая обработка (276). — 12.4.4. Приложение (277)	
Список литературы	280
Глава 13. Разработка маршрутов и пунктов сбора отходов (Д. Ф. Хадсон, Д. Х. Маркс)	282
13.1. Система выбора маршрута	282
13.2. Районирование	283
13.3. Модели образования отходов	283
13.4. Применение моделей образования отходов	283
13.5. Микромаршруты	284
13.6. Арочные маршруты	287
13.7. Выбор автомашины	289
13.8. Пример создания модели	296
Список литературы	303
	304

Глава 14. Оценка скорости образования твердых отходов (В. Р. Ниссен)	305
14.1. Бытовые твердые отходы	307
14.1.1. Частные и многоквартирные дома (307). — 14.1.2. Домашние крупногабаритные отходы (308)	308
14.2. Муниципальные твердые отходы	
14.2.1. Коммерческие и учрежденческие твердые отходы (308).—	
14.2.2. Торговые отходы городских агломераций (315). —	
14.2.3. Государственные учреждения (школы, общественные организации, больницы и т. д.) (315)	
14.3. Другие городские отходы	315
14.3.1. Строительные отходы и отходы от сноса зданий (315).—	
14.3.2. Твердые отходы от уборки улиц, аллей и т. д. (317).—	
14.3.3. Отходы от очистки воды и обработки сточных вод (320).—	
14.3.4. Автомобильные отходы (321). — 14.3.5. Другие отходы (321)	
14.4. Комбинированные муниципальные отходы	322
14.5. Промышленные твердые отходы	228
14.6. Общие оценки образования промышленных отходов	328
Список литературы	

УТИЛИЗАЦИЯ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

Редакция переводных изданий

Зав. редакцией М. В. П е р е в а л ю к

Редактор М. Н. К у з н и ц о в а

Технический редактор Н. А. Б е л ь к о в и ч

Корректор Т. П. П р о н и н а

ИБ № 2450

Подписано в печать 13.12.80 г.	Формат 60 x 90 1/16 д.л.	Набор машинописный	
Бумага офсетная.	Печать офсетная.	Печ.л. 21,75.	Усл.кр. отт. 22,00.
Учл. изд. 25,23	Тираж 2300 экз.	Изд. № А У1 — 8807 <i>30к 524</i>	Цена 3 р. 80 к.

Стройиздат
101442, Москве, Каляевская ул., 23 а

Тульская типография Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли, г. Тула, пр. Ленина, 109