

Коп.

Обзор выставки по переработке и вторичному использованию отходов.

В июне 1983 года в Токио в международном выставочном центре Харуми состоялась объединенная выставка APREX'83, в которую входили следующие выставки:

- процессов и оборудования по защите окружающей среды;
- процессов и оборудования по переработке и вторичному использованию отходов;

- процессов и оборудования по обслуживанию зданий.

Выставка процессов и оборудования по переработке и вторичному использованию отходов состояла из информационного центра корпорации "Клин Джалан Сента" и стендов ряда фирм, представивших оборудование по сжиганию бытовых и некоторых промышленных отходов, в частности, высокомолекулярных, таких как старые автомобильные шины, пластмассы. То, что экспонировалось оборудование по сжиганию отходов, объясняется следующим. Если переработка отходов в такие энергоносители, как синтетическая нефть, топливный газ, твердое топливо, а также такие полезные материалы, как компост, легкие неорганические наполнители, находится еще в опытной или опытно-промышленной стадии, то сжигание отходов с получением тепла, пара, электроэнергии, приняло в Японии довольно широкие масштабы. Число только крупных заводов по сжиганию городского мусора с ТЭЦ на их основе составляет около 50. Эти заводы могут в сутки перерабатывать свыше 33 тыс. т отходов, а их суммарная электрическая мощность достигает 150 тыс. квт. Кроме того, в Японии выпускается большое количество сравнительно небольших установок сжигания городских отходов. Ряд таких установок был представлен на выставке следующими фирмами:

- Вако Сангё представила установку по сжиганию мусора. Фирма производит большую номенклатуру установок сжигания разной мощности от 700 кг/сутки до 500 т/сутки. Среди этих установок сжигания есть установки общего назначения, есть специализированные на сжигании мусора, обогащенного определенным видом отходов, например, старыми шинами, пластмассами, так называемыми высокомолекулярными веществами. В таких установках для уменьшения дымности при сгорании высокомолекулярные отходы подвергаются предварительной возгонке (газификации). Полученный горячий газ сжигается и используется в качестве

источника энергии для возгонки. Фирма выпускает также установки по переработке жидких отходов. Такие отходы высушиваются, полученный сухой остаток сжигается. Тепло от сжигания частично используется в сушке. Фирма выпускает установки с непрерывной загрузкой ленточным конвейером и с периодической загрузкой, как механизированной, так и ручной (в случае небольших установок сжигания). Представляет интерес установки серии TKS для сплавления измельченных реактивных пластмасс, таких как полистирол, полиэтилен.

Фирма "Вако Сангё" выпускает также сушилки нескольких типов, например, для сушки древесины, паровые котлы, которые могут комплектоваться с установками по сжиганию отходов. Выход пара из котлов фирмы составляет 100-7000 кг/час при давлении 1-10 кг/см²;

- "Кёэй Индастриз" представила установку сжигания высокомолекулярных отходов. Фирма изготавливает такие установки мощностью 30-620 кг/час, а также бойлеры с производительностью 30-15000 л/час горячей воды при температуре 80°C (начальная температура 20°C). Выпускаемый в атмосферу дым очищается в циклонах;

- "Кинсэй Сангё" представила установку сжигания небольшой мощности. Фирма изготавливает установки сжигания городских и промышленных отходов, включая высокомолекулярные, мощностью 20-130 кг/час. Сверху над топкой в такой установке размещается бойлер с производительностью по пару 50-750 кг/час. Установки оборудованы вытяжной трубой с циклоном.

Фирма изготавливает также установки сжигания шин с предварительной возгонкой мощностью 100-900 кг/загрузка. Процесс возгонки после загрузки длится 4-12 час. Установки могут оборудоваться бойлерами горячей воды или пара. Производительность бойлеров по пару 150-2000 кг/час при давлении 7-10 кг/см²;

- "Синсю Коё" представила установки по сжиганию шин и нефтеотходов. Фирма изготавливает установки сжигания шин мощностью 4-14 шин за одну загрузку (шины диаметров до 1000 мм). Время сжигания может длиться от 2 до 10 час. Установки оборудуются бойлерами горячей воды, циклонами. Установки по сжиганию нефтесодержащих отходов имеют мощность 2-20 л/час. Фирма производит различные виды форсунок, в том числе и для сжига-

ния нефтяных отходов, которыми оборудуются соответствующие установки.

Кроме того, на выставку представили свои каталоги и проспекты следующие фирмы, изготавливающие оборудование по сжиганию отходов:

- "Катаёса Индастриз" - изготавливает установки сжигания городских отходов мощностью 30-120 кг/час, оборудованные бойлерами горячей воды с производительностью 1200-3500 л/час при $t = 70^{\circ}\text{C}$;

- "Айва Индастриз" - изготавливает установки сжигания высокомолекулярных отходов с предварительной их перегонкой мощностью 50-700 кг/час и бойлеры, которые могут комплектоваться с сжигающими установками;

- "Нэцу Кэн" (производитель "Фурукава Когё") - поставляет установки по сжиганию городских отходов, включая высокомолекулярные, с предварительной возгонкой, бойлеры горячей воды и пара;

- "Тюва Индастриэл" - изготавливает установки сжигания органических отходов мощностью 200-1800 кг за 8 часов.

Информационный стенд корпорации "Клин Джалан Сента" посвящен состоянию утилизации отходов в Японии, разработки методов переработки городских отходов в энергоносители и другие полезные материалы.

Корпорация "Клин Джалан Сента" является юридическим лицом, капиталы которого полностью принадлежат государству. Корпорация осуществляет координацию деятельности частных фирм по созданию оборудования и процессов переработки отходов и их вторичному использованию путем финансирования этих работ из своего бюджета, предоставляемого государством.

На основании материалов, представленных на стенде, достижения Японии в утилизации отходов и в разработке методов их переработки в энергоносители и другие полезные материалы следующие:

Проблема переработки и вторичного использования отходов решаются в Японии по следующим 3 основным направлениям:

1) сбор и вторичное использование

- алюминиевых банок,
- стальных банок,
- стеклотары,
- макулатуры.

2) разработка процессов и оборудования для получения из

отходов газовых, жидких и твердых энергоносителей, других полезных материалов

3) сжигание бытовых городских отходов для получения тепла и электроэнергии.

Утилизация алюминиевых банок для пищевых продуктов

Благодаря своим достоинствам, алюминиевые банки для напитков получили большое распространение в Японии. В 1981 году их было произведено 1,79 млрд.шт. общим весом 35,7 тыс.т, из которых 1,6 млрд. шт. (32 тыс.т) было потреблено в Японии, остальные - экспортированы. Из общего количества потребленных в стране алюминиевых банок 35% (560 млн.шт., 11 тыс.т) было собрано и пущено в переработку. Так как производство алюминия из банок требует в 26 раз меньше энергозатрат, чем из бокситов, переработка использованных банок позволила сэкономить 190 млн.квт-час энергии. Для сравнения, в Австралии, где добывается большое количество бокситов, в 1981 году произведено 1,36 млрд. алюминиевых банок, из которых 46% собрано и пущено во вторичную переработку. Расчет экономии энергозатрат при утилизации алюминиевых банок осуществляется следующим образом:

на производство 1 т алюминия из бокситов требуется израсходовать:

- электроэнергии	15854 квт-час/т	x	2450 ккал/квт-час
- мазута	437 л/т	x	9900 ккал/л
- керосина	37 л/т	x	8900 ккал/л
- сжиженного нефтяного газа	2 кг/т	x	13300 ккал/кг
- коксового газа	17 м ³ /т	x	4800 ккал/м ³
- сжиженный природный газ	9 м ³ /т	x	9800 ккал/м ³

Итого 43694300 ккал/т или 17834 квт-час/т

на производство 1 т алюминия из использованных алюминиевых банок расходуется:

- электроэнергии	101 квт-час/т	x	2450 ккал/квт-час
- мазута	140 л/т	x	9900 ккал/л

Итого 1633450 ккал/т или 667 квт-час/т

Таким образом, экономия составляет:

$$\frac{17834-667}{17834} \cdot 100 = 96 \%$$

Утилизация стальных банок для пищевых продуктов

Достоинством стальных банок в отношении их утилизации является то, что они сравнительно легко могут быть отделены от отходов с помощью специальных магнитов и пущены в переплавку. В 1981 году в Японии было изготовлено 2,12 млрд. стальных банок. Из них было собрано и пущено в переплавку 40,7% (весом 394 тыс. т). Экономия энергозатрат составила 407 млн. квт-час. Экономия рассчитывалась из оценок энергозатрат на производство 1 т стали из руды в объеме 4,52 млн. ккал/т, и из использованных стальных банок - 1,59 млн. ккал/т.

Утилизация стеклотары (бутылок).

Стеклотара делится на стеклотару многократного использования (для пищевых продуктов) и однократного (для парфюмерных, лекарственных, технических жидкостей и т.п.). В 1981 году в Японии было произведено 17,76 млрд. стеклянных бутылок для пищевых продуктов более чем 12 основных типоразмеров. Степень сбора и повторного использования в зависимости от типоразмера бутылки колеблется от 12 до 95% и в среднем составляет 73%.

Бутылки из-под технических продуктов собираются, сортируются по цвету, дробятся и пущаются в переплавку в качестве добавки к варочной стекломассе. В 1981 году в Японии примерно 39% варочной стекломассы составляло из дробленного стекла. Современная технология производства стекла допускает использование в качестве добавки к варочной массе до 60% битого стекла. При превышении этой доли вспенивание массы прекращается. Однако ведется разработка новых методов производства стекла, в которых в качестве сырья на 100% будет использоваться битое стекло.

Утилизация 1 т технической стеклотары позволяет сэкономить 19800 иен на сырье и энергии в соответствии со следующим расчетом:

на производстве 1 т стекла из утилизируемой стеклотары экономится

- 217 кг соды (11,8 тыс. иен)
- 734 кг кремнезема (4,8 тыс. иен)
- 37,1 л мазута (2,4 тыс. иен)
- 166 кг известняка (0,8 тыс. иен)

Итого: 19800 иен/т

Цена всех компонентов в последние годы повышается, что увеличивает экономию.

Утилизация макулатуры.

В 1981 году объем потребления бумаги и картона в Японии составил 17 млн.т. Из этого объема 8 млн.т было утилизировано в виде макулатуры, т.е. доля утилизации составила 47% и за 20 лет увеличилась почти на 10%.

В Японии самый высокий уровень утилизации макулатуры, по сравнению с другими развитыми капиталистическими странами.

Утилизация бумаги в капитальных странах в 1979 году в %

США	Канада	Франция	ФРГ	Великобритания	Швеция	Япония
19,2	13,2	31,2	34,3	29,8	32,1	43,4

Использование макулатуры для производства бумаги экономит 2/3 энергозатрат по сравнению с производством из целлюлозы. Таким образом, в 1981 году было сэкономлено 1,27 млн.квт-час.

Специалисты полагают, что максимально может быть собрано и утилизировано 60 % объема произведенной бумаги. Остальные 40 % теряются безвозвратно (например, туалетная бумага).

Учитывая, что Япония импортирует 69,2 % всей потребляемой древесины и 42,5 % целлюлозы, использование макулатуры уменьшает зависимость страны от импорта.

Утилизация 1 т макулатуры экономит 20 деревьев. Эта оценка сделана из следующего расчета: 1 бревно диаметром 17 см внизу ϕ 10 см сверху длиной 8 м имеет объем 0,12 м³. На изготовление 1 т бумаги требуется 50 % целлюлозы ВКР и 50 % целлюлозы СР. На производство 500 кг ВКР расходуется 1,8 м³ древесины, СР - 1,05 м³ древесины. Из 1 т макулатуры получают 850 кг бумаги. Таким образом, использование 1 т макулатуры экономит

$$\frac{1,8 + 1,05}{0,12} \times 0,45 = 20 \text{ деревьев}$$

Разработка процессов и оборудования для получения из отходов газовых, жидких и твердых энергоносителей и других полезных материалов

Классификация отходов.

Отходы делятся на промышленные и непроизводственные. С точки

зрения использования их в качестве источника энергии их делят на 1) неорганические, 2) органические неразлагающиеся, 3) органические разлагающиеся, 4) смешанные органические-неорганические.

По оценке "Клин Джалпан Сента" в 1989 году 54,5 % всех промышленных отходов в Японии было утилизировано, что в 3,4 раза больше, чем уровень утилизации в 1963 году - 16,2 %.

По оценке департамента науки и техники МИТИ объем биомассы (разлагающихся органических отходов) в Японии, пригодной в качестве энергосырья, достигает 102 млн.т, из которых 70 % приходится на продукты лесного и сельского хозяйства, оставшиеся 30 % - на бытовые отходы, навоз, производственные отходы. Однако в связи с трудностями сбора воспользоваться биомассой из первой группы не представляется возможным. Поэтому в качестве сырья реально можно воспользоваться биомассой из второй группы.

По оценкам Агентства промышленной техники отходы неразлагающейся органики только промышленного происхождения достигают 1,86 млн.т. Их состав примерно следующий (1979 год, в тыс.т):

Вид	Количество	Объем утилизации	Степень утилизации
старые шины	550	-	-
пластмассы	957	249	26%
резина	53	10	19%
искусственные и синтетические волокна	301	-	-
Итого	1 858		

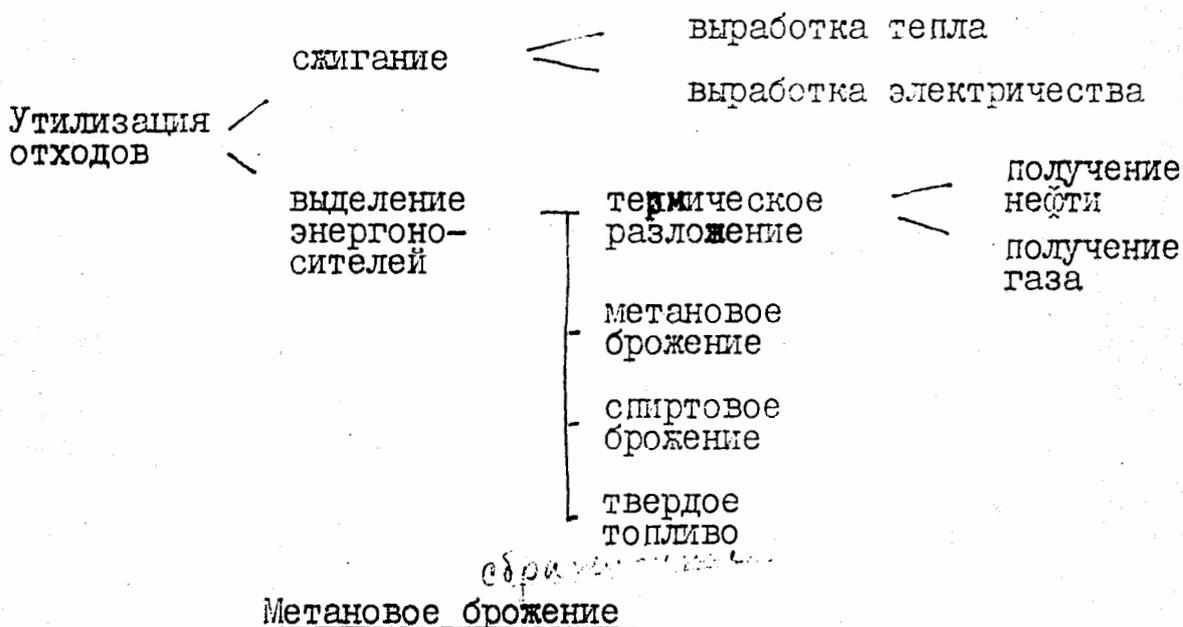
Способы получения энергии из отходов

Способы получения энергии из отходов разделяются на 2 большие группы:

1) получение энергоносителя, который можно хранить и транспортировать

2) сжигание отходов для получения тепла и выработки электричества.

Первый способ применяется для утилизации разлагаемых и неразлагаемых органических отходов, из которых можно получить газ, нефть, твердое топливо.



Этот способ основан на использовании деятельности микробов, извлекающих из органических отходов горючий газ, содержащий 60% метана с калорийностью 5-6 тыс. ккал/м³. Переработанные отходы идут в отвал.

При низкой температуре скорость процесса брожения замедляется, объем извлекаемого газа уменьшается. Разрабатываются различные методы устранения этого недостатка, например, с использованием солнечного тепла. Ниже приведены 2 модификации метанного брожения.

Двухбаковый способ (рис. 1)

При этом способе используются 2 колонии бактерий - для окисления (сжигание) и для метанового брожения (газификация). Применение двух колоний бактерий, работающих по отдельности в наиболее благоприятных условиях повышает скорость газификации. При этом способе из 1 кг органических отходов получают 300 л метана (при однобаковом способе 200-250 л/кг). Время газификации уменьшается в 2 раза (рис. 2), площадь, занимаемая оборудованием на 40% меньше.

С использованием солнечного тепла (рис. 3)

В холодной местности, при отсутствии теплых сточных вод для успешного брожения можно установить коллектор солнечного тепла из расчета 1 м² на 1 м³ сбраживаемого раствора. В этом случае даже при температуре наружного воздуха 1°С удается поддерживать скорость сбраживания почти на неизменном уровне.

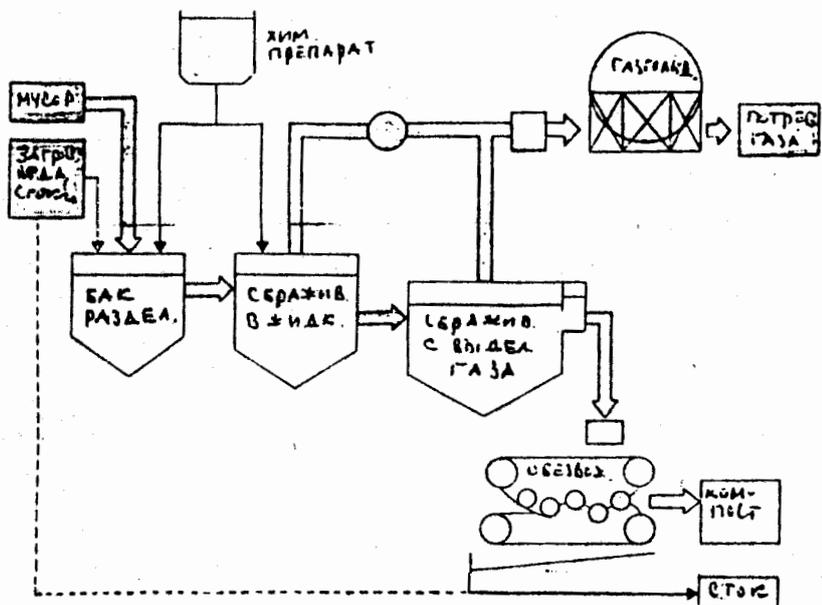


Рис. 1 2-бачковый способ метанового сбраживания органических отходов

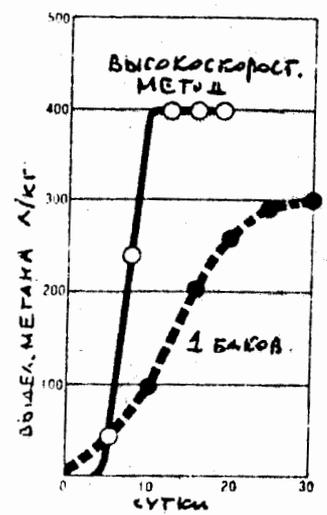


Рис. 2. Скорость сбраживания (газификация)

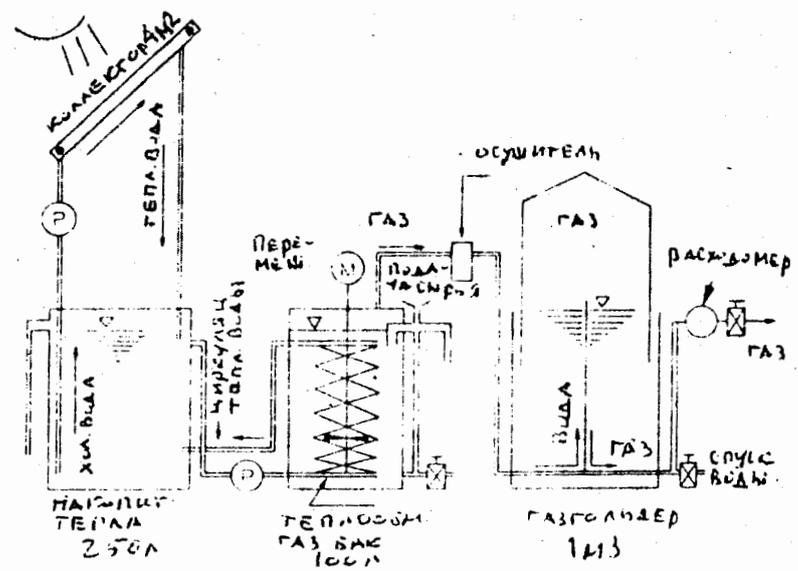


Рис. 3 Схема метанового сбраживания с использованием солнечного тепла

Термическое разложение.

При нагревании в бескислотной или малоокислотной атмосфере до 500 - 1000⁰С органические отходы разлагаются и из них выделяются жидкие углеводороды и горючий газ. При этом способе окружающая среда загрязняется мало, получаются энергоносители, которые можно накапливать и транспортировать. Разработке этого способа уделяется очень большое внимание в Японии. Ниже в таблице приведен список японских проектов в этой области.

Двухбашенный циркуляционный способ (рис.4).

При этом способе часть отходов сжигается в одной зоне, полученное тепло подводится к другой зоне, где осуществляется термическое разложение отходов.

По этому методу под руководством Агентства промышленной технологии при МИТИ были построены 3 опытных завода по утилизации органических отходов. Заводы построены в соответствии с программой "Стардаст-80". При двухбашенном способе обрабатываются даже трудноразлагаемые органические отходы, такие как пластмассы. По этому процессу из 1 т бытовых отходов получают 74 м^3 газа с калорийностью $5-7 \text{ ккал/л}^3$.

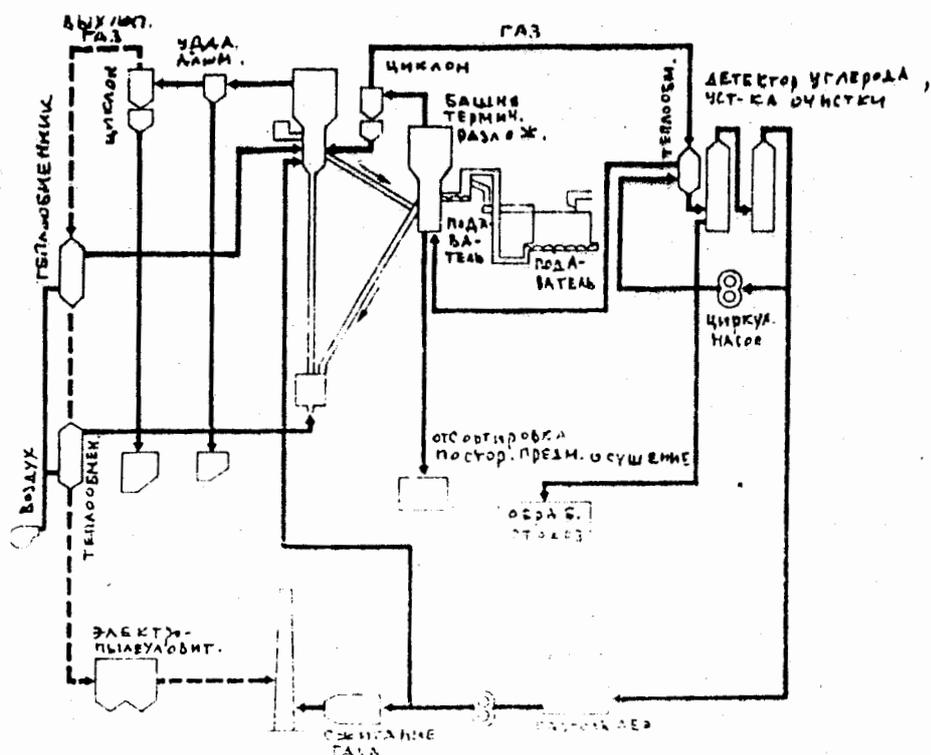


Рис. 4. Схема двухбашенного термического разложения

Термическая утилизация старых шин

В 1978 году в Японии было вывезено 550 тыс. т старых автомобильных шин. Для их утилизации корпорация "Клин Джан Сента" в 1979 году построила завод утилизации старых шин в г. Акахо, преф. Хёго. На заводе из шин получают высококалорийный топливный газ, нефть и высококачественные углеводородные вещества. Мощность завода 100 тыс. т/год. Опытная эксплуатация подтвердила его высокую эффективность. Степень

Проекты термического разложения
органических отходов

Наименование	Получ. продукт	Оборудование	Особен. процесса	Состояние проекта
I. Стардаст '83	газ	двухбашенное, циркуляц., в псевдосжижен. слое	сжигание в песчаной среде, разложение в циркуляц. башне при высокой темп.	построено два завода
2. Термич. разлож. в сжижен. слое	нефть	однобашенное, в псевдосжиж. слое	при низкой темп. в песчаном слое	построена уст-ка в г. Судзу
3. Пайлок систем	газ нефть	двухбашенное, циркуляц., в сжиж. слое	в песч. слое	в г. Фунэба-си уст-ка 450 т/сут.
4. Сплавление отходов	газ	верт. печь	терм. разлож. в плавильной печи, вдувается кислород и остаток сплавляется	г. Камаиси, 50 т/сут. г. Ибараки 450 т/сут.
5. Терм. разл., газификация и сжигание	газ	верт. печь	термич. разлож. при вдуван. возд.	проектир. опыт. уст. 15 т/сутки
6. Лэндгайд систем	газ	конвертерная печь		г. Юба 30 т/сутки
7. Тэстора ТЭС	газ	верт. печь	тепло подвод. снаружи	
8. Шорк систем	газ	верт. печь	вдув. воздух	г. Титибу
9. Траккс систем	газ пар	верт. печь	вдув. воздух, образующ. газ сжигается для пр-ва пара	
10. Импульсная перегонка	нефть		терм. разлож. в транспорт. потоке воздуха	
II. Перегонка смешиванием	нефть	котел	термич. разлож. при низкой темп. и принудит. перемешиван.	эксн. уст-ка 100 т/мес. в г. Ханда

утилизации приведена в таблице на рис. 5, схема завода — на рис. 6.

1,100 кг Н (7,000 т год)	
ГАЗ	66 кг Н (420 т год)
ЛЕГК. НЕФТЬ	160 кг Н (1,015 т год)
ТЯЖЕЛ. НЕФТЬ	445 кг Н (2,835 т год)
МЕТАЛЛ	55 кг Н (350 т год)
УГЛЕРОД	374 кг Н (2,380 т год)

Рис. 5. Степень утилизации старых шин на опытном заводе.

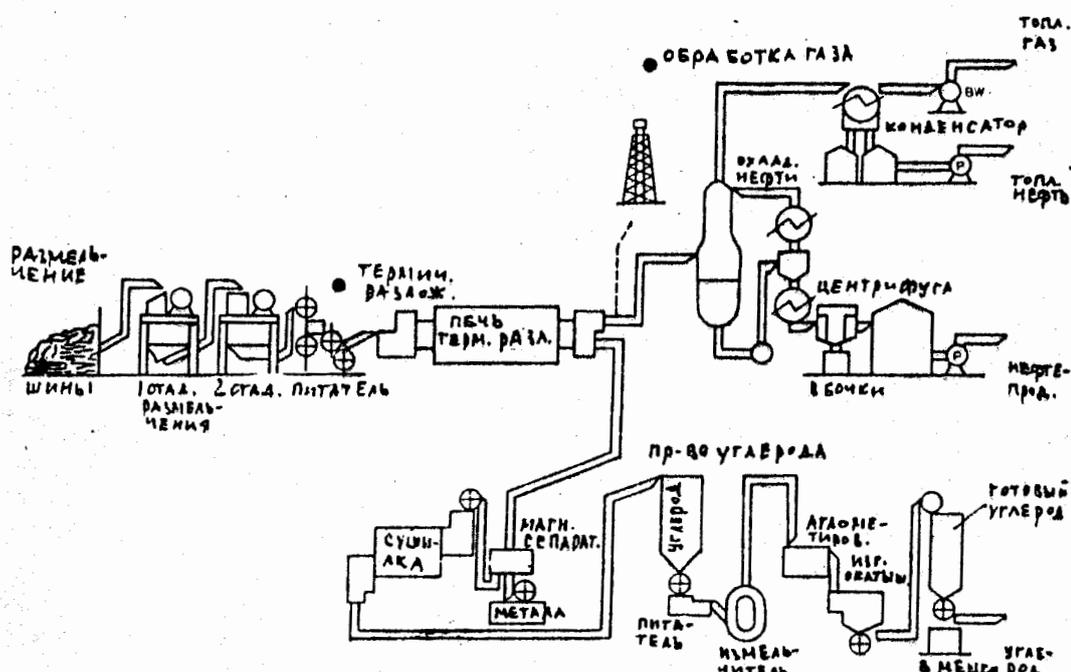


Рис. 6. Схема завода по утилизации старых шин.

Термическое разложение сухой перегонкой пластмассовых отходов, красок

Утилизация пластмасс, синтетической резины, краски представляет значительную трудность. Тем не менее в 1982 году в г. Ханда преф. Анги, корпорация "Клин Джанан Сента" построила экспериментальную установку по утилизации этих отходов. Мощность установки 500 т/мес. Из 500 т отходов получают 45 кл нефти и 30 т металлоотходов. На рис. 7 приведена схема технологического процесса, по которому работает установка.

Термическое разложение навоза

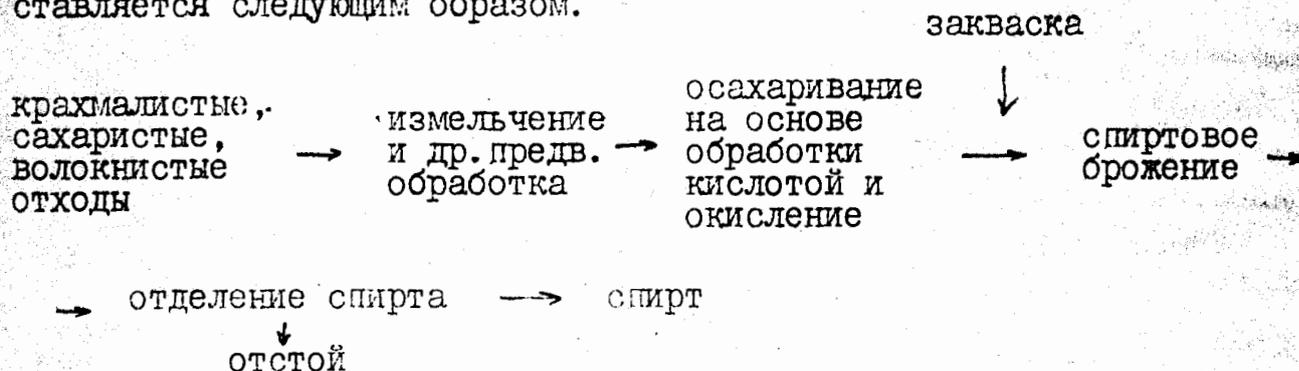
Количество образующегося навоза и его характеристики с точки зрения утилизации приведены в таблице ниже.

ным ассоциации содействия переработке пластмасс, стоимость пластмассовых отходов, как топлива, в сравнении с керосином или сжиженным нефтяным газом (СНГ) следующая:

Топливо	цена иен/кг	калорийность ккал/кг	уд.цена иен/1000ккал
пластмасс.отх.	30	6300	4,8
керосин	80 иен/л	8100 ккал/л	9,9
СНГ	95	13000	7,3

Сбраживание в спирт

Производство этилового спирта из биомассы с целью использования его в качестве топлива рассматривается как один из перспективных методов получения альтернативной нефти энергии. Поэтому в Японии уделяется определенное внимание разработке методов производства спирта из некоторых видов отходов макулатуры, древесных отходов, отходов сельского и лесного хозяйств. Разработка такого процесса позволила бы Японии отказаться от импорта 1 млн. т глюкозы ежегодно, предназначенной для производства спирта. По оценкам сейчас в стране не утилизируется 1,17 млн. т макулатуры, из которой можно произвести 840 тыс. т глюкозы. Однако промышленных технологий разложения и осахаривания волокнистых веществ еще не создано. Большие проблемы стоят также в предварительной обработке сырья из отходов, в отделении веществ, препятствующих брожению, в повышении экономичности. В целом технология переработки отходов в спирт представляется следующим образом.



Проект Стардаст'80

Среди проектов создания оборудования по переработке бытовых городских отходов в полезные продукты, прежде всего энергетическое сырье, крупнейшим является "Стардаст'80". Про-

ект осуществляется под руководством Агентства по промышленной науке и технике в 1973-82 годах. В реализации проекта приняли участие 2 корпорации: "Джапан Индастриал Текнолоджи Ассошиэйшн" и "Токио Метрополитен Энвайронментэл Сервис Корп.", а также 7 частных фирм-производителей оборудования: "Эбара Корп.", "Дайсёва Инжиниринг", "Цукисима Кикай", "Джапан Стил Воркс", "Хитати Планта Инжиниринг энд Констракшн", "Бабкок Хитати", "Хитати Лтд."

В результате осуществления проекта был разработан ряд технологий по переработке городского мусора:

1. Подготовка (разделение) отходов на пульверизационным классификаторе полумокрого типа. Разработаны 2 типа классификаторов - с разделением отходов на 2 и 3 вида. Мощность классификаторов - 3-25 т/сутки. Эти классификаторы могут использоваться не только на заводах по переработке отходов в энергоносители, но и для подготовки мусора к сжиганию.

2. Производство компоста. Оборудование - установки по изготовлению компостов из бытовых, обогащенных пищевыми, отходов мощностью 20-50 т/сутки. Перспективны для использования в городах с населением 20 - 100 тыс. чел. Стоимость компоста на 20-50% дешевле куриного помета.

3. Метановая ферментация. Разработанное оборудование позволяет перерабатывать кроме твердых отходов жидкие канализационные отходы. Мощность от 10 до 1000 тонн/сутки. Стоимость получаемого метана на 50% меньше стоимости городского газа.

4. Отделение целлюлозы. Это оборудование способно перерабатывать 150-200 т отходов, обогащенных целлюлозой, в сутки. Поэтому такое оборудование целесообразно устанавливать в районе размещения бумажных предприятий.

5. Получение газа пиролизом. Оборудование способно перерабатывать как сжигаемые, так и не сжигаемые материалы. Одна установка может иметь производительность от 20 до 400 т отходов в сутки. Стоимость газа вдвое меньше стоимости обычного городского газа.

6. Получение нефти пиролизом. Мощность оборудования может быть от 20 до 400 т мусора в сутки.

7. Производство твердых наполнителей. Оборудование способно перерабатывать большую номенклатуру неорганических материалов (за исключением металлов), в т.ч. остатки городских отходов после переработки в энергоносители или после сжигания. Мощность 100 т/сутки и более. Цена наполнителей аналогична наполнителя, получаемым специально.

По проекту построено 3 опытно-промышленных завода по переработке городских отходов: два в г.Мокогама (1978 и 1981гг.) и в г.Токио. В результате переработки отходов на этих заводах производятся следующие продукты:

Мокогама (1978г.): компост 10 т/сутки
 легкие твердые наполнители 10 т/сутки
 целлюлоза 25 т/сутки
 топливный газ - 7400 м³/сут.
 (7000 ккал/м³)
 черные металлы - 3 т/сут

Мокогама (1981 г.): метан - 2470 м³/сут
 топливн.газ - 11800 м³/сут
 (5500 ккал/м³)

Токио: нефть (8000 ккал/кг) - 5000 кг/сут
 твердое топливо (3700 ккал/кг) - 3640 кг/сут

На рис. 8,9,10 приведены технологические схемы этих заводов. Ведется подготовка к проектированию аналогичных предприятий, способных перерабатывать 900 т отходов в сутки. Сравнение рентабельности таких заводов по сравнению с сжигающими установками в кользу перерабатывающих заводов:

	Завод по переработке	Завод по сжиганию
Стоимость оборудования и здания	20 млрд. иен	17 млрд. иен
Стоимость эксплуатации (на 1 т)	400-500 иен	3300 иен

Создание подобных заводов рассматривается многими специалистами как большое достижение в области переработки городских отходов. Заводы проявляют интерес в ЯМА и некоторых западно-европейских странах.

Составил: ст. экономист Манушин В. А.