

31.6
Р 90

ИЗБРАННЫЕ ЛЕКЦИИ
УНИВЕРСИТЕТА

Ф. Г. Рутберг

ЧИСТАЯ ЭНЕРГЕТИКА



31.6

P 90

31.6

Ф. Г. Рутберг

ЧИСТАЯ ЭНЕРГЕТИКА

ИТО
ВЫПУСК 52



Санкт-Петербург

2007

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КУЛЬТУРЫ
"ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТНАЯ
УНИВЕРСАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
им. Н.К. КРУПСКОЙ"

ходам химической промышленности) или фреоны (то, чем раньше в холодильниках охлаждали продукты, — тоже крайне вредная штука): когда они попадают в атмосферу, то уничтожают защитный озоновый слой Земли, отсюда большой поток вредных излучений и, как следствие, раковые заболевания...

— Филипп Григорьевич, простите, тогда все продукты, которые мы берем из холодильника, вредны? (вопрос из зала)

— Нет. Фреоны не попадают в продукты, они просто создают в холодильнике низкие температуры. Тем более что холодильное оборудование с использованием фреонов уже несколько лет не производится, появились другие способы охлаждения.

Вернусь к нашему разговору. Необходимо учитывать, что различные медицинские отходы или радиоактивные отходы военной промышленности — это токсичные, особо опасные виды (рис. 2).

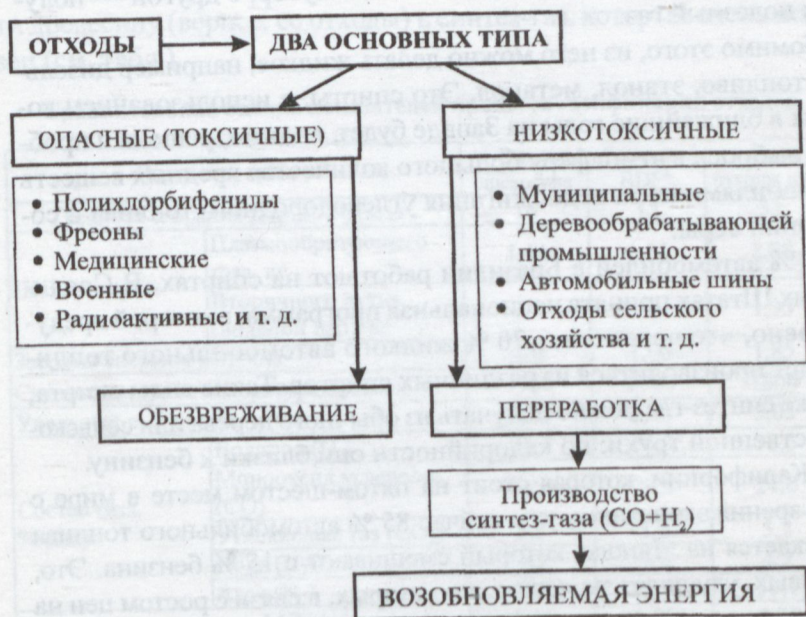


Рис. 2. Задача переработки отходов

И тут не надо думать, как получить из них что-то полезное, их надо просто обезвредить, то есть полностью уничтожить, и на это выделяются колоссальные деньги. Например, переработка 1 кг полихлорбифенила на Западе стоит 1 доллар, а 1 кг радиоактивных отходов — до 50 долларов.

Но обезвреживание высокотоксичных отходов — это одна часть задачи. Вторая часть — переработка низкотоксичных отходов, к которым относятся отходы деревообработки, сельского хозяйства, автомобильной промышленности (автомобильные шины, кстати, представляют собой чистый углерод: из 1 кг можно получить примерно 5 кВт часов электроэнергии, это очень много, а у нас шины просто выбрасываются), бытовые и т. д.

Их надо перерабатывать современными, в частности плазменными, методами и получать так называемый синтез-газ — смесь примерно в равных долях окиси углерода с водородом. По калорийности он очень близок к природному газу. То есть убиваем двух зайцев — с одной стороны, уничтожаем мусор, с другой — получаем полезный газ.

Помимо этого, из него можно делать жидкое, например дизельное, топливо, этанол, метанол. Это спирты, с использованием которых в ближайшие годы на Западе будет, видимо, решена и проблема выброса в атмосферу большого количества вредных веществ автомобилями из-за недосжигания углеводородного топлива и соединений серы.

90 % автомобилей в Бразилии работают на спиртах. В Соединенных Штатах принята национальная программа, в которой предусмотрено, что через 5 лет 70 % жидкого автомобильного топлива будет производиться из различных спиртов. Такие виды спирта, а также синтез-газ можно получать из обычного дерева или сельскохозяйственной трухи: по калорийности они близки к бензину.

В Калифорнии, которая стоит на пятом-шестом месте в мире с точки зрения экономики, уже сейчас 85 % автомобильного топлива выпускается на этаноле, который смешивают с 15 % бензина. Это, во-первых, улучшает экологию, а во-вторых, в связи с ростом цен на нефть и газ, по стоимости уже сопоставимо с производством традиционных видов автомобильного топлива. Дальше будет еще дешевле.

И нам в России неизбежно придется заниматься этими вопросами: использование спиртов как топлива, а также применение жидкого водорода, но о нем особый разговор.

Итак, из синтез-газа можно получить жидкие виды топлива, а можно сжечь его как природный газ в турбине или газопоршневом двигателе, под котлом с водой и так далее, то есть получить полезную энергию.

Это делалось и раньше: наши предки перегоняли древесину в деготь, используя пиролиз (необратимый термический процесс разложения веществ без окисления. — *Ред.*), иными словами, газификацию при недостатке кислорода. То есть, если кислорода много, начинается горение и получается CO_2 , а если перерабатывать вещество при малом объеме кислорода, чтобы оно окислилось только в CO , то горение (без CO_2) не начинается, а идет процесс наподобие тления. Делалось это при низких температурах, и все превращалось в деготь, жидкое топливо, что было очень неэффективно.

Сегодня с помощью новых методов можно перейти в значительно более высокую область температур и почти без потерь перевести древесину (вернее, ее отходы) в синтез-газ, который очень полезен (см. табл.).

Сравнительная оценка показателей процесса газификации отходов

| Параметры процесса | | Вид перерабатываемых отходов | | |
|---|------------------------------------|------------------------------|------|------------|
| | | древесина | RDF* | отходы шин |
| Теплота сгорания сырья, МДж/кг | | 16 | 15 | 33 |
| На 1 кг сырья: | Плазмообразующего газа, кг | 1,44 | 1,51 | 2,88 |
| | Вторичного дутья (водяной пар), кг | — | — | 1,33 |
| Затраты энергии, кВт·ч/кг | | 1,0 | 1,06 | 1,85 |
| Среднемассовая температура плазмы, °С | | 1950 | 2000 | 1800 |
| Удельный выход газа, м ³ /кг | | 2,48 | 2,46 | 5,03 |
| Состав газа, % (об.): | Водород (H_2) | 24,5 | 26,3 | 30,6 |
| | Моноксид углерода (CO) | 31,4 | 27,5 | 24,0 |
| | Углекислый газ (CO_2) | 3,5 | 3,2 | 5,2 |
| | Вода (H_2O) | 4,9 | 4,9 | 4,9 |
| | Азот (N_2) | 35,7 | 37,8 | 35,1 |
| Теплота сгорания газа, МДж/м ³ | | 6,16 | 5,88 | 5,89 |

* Подготовленные муниципальные отходы

Все в этом мире упирается в экономику, а экономика — в технический прогресс, который базируется на новых методах использования прежних ресурсов. Нельзя долго строить экономическое благополучие на продаже сырья, надо развивать новейшие технологии, иначе рано или поздно можно попасть в очень тяжелое положение.

Даже в таких странах, как, скажем, Арабские Эмираты или Саудовская Аравия, где нефть и газ очень дешевые, за счет их продаж живет все население, которое даже налогов не платит, а наоборот, едва человек родился, на его личный счет в госбанке сразу же кладут некую сумму, — тем не менее даже у них хватает ума модернизировать свое производство на основе хайтека (high-tech), развивать электронику, потому что они понимают, что природные ресурсы рано или поздно закончатся. И что будет дальше?

— *Воздух будет.* (ответ из зала)

— А кушать что? Воздухом сыт не будешь. Поэтому появились новые, так называемые плазменные методы переработки отходов и генерации нового продукта — синтез-газа.

Что такое плазма? Принято говорить — четвертое состояние вещества. Есть жидкое (вода), газообразное (воздух), твердое (земная твердь). (Я не говорю о новейших достижениях астрофизики, из которых следует, что все, из чего состоит доступное нам вещество, всего лишь около 4 % мировой массы вещества, помимо этого есть так называемое антивещество и темное вещество, это примерно 25 % массы, и остальное — это темная энергия.) Но помимо жидкого, газообразного и твердого состояния вещества, существует четвертое, наиболее массовое из известных нам, — это плазменное состояние. Плазму содержат все звезды, Солнце.

Что такое плазма? Например, вы греете воду, довели ее до 100 °С, дальше она начинает испаряться, то есть образуется газообразное вещество — пар, который состоит из различного рода молекул. Молекула — это несколько обладающих определенными свойствами атомов, соединенных определенным образом. (Кстати, человек тоже состоит из атомов, в основном — из соединений воды.) Если

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

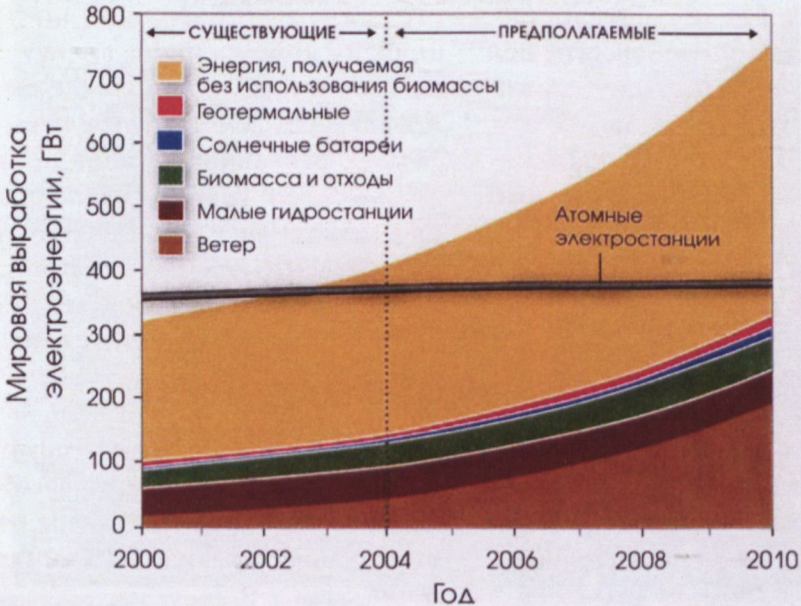


Рис. 1. Альтернативные источники энергии

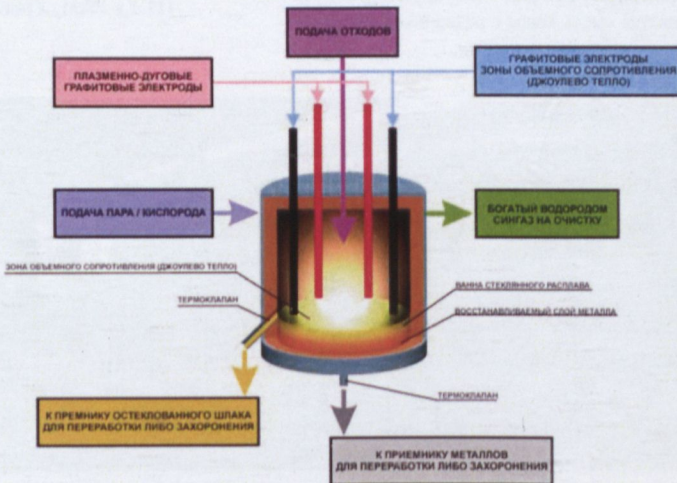


Рис. 2. Integrated Environmental Technologies, IET LLC (США)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КУЛЬТУРЫ
"ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТНАЯ
УНИВЕРСАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
ИМ. Н.К. КРУПСКОЙ"

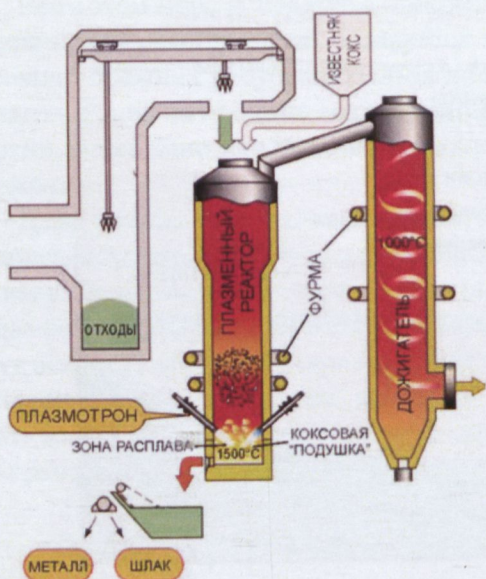


Рис. 3. Hitachi metals (Japan) & Westinghouse plasma corporation (USA).

Все то же самое — реактор, генератор плазмы (плазматроны, которые генерируют плазму), засыпается смесь кокса с различным мусором

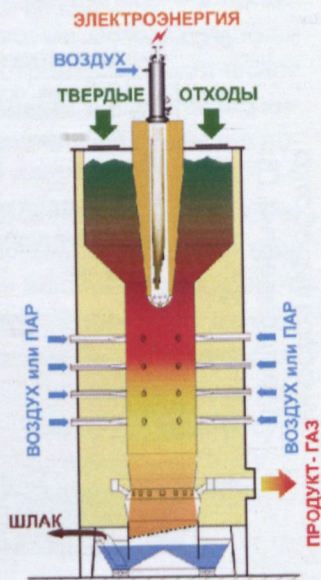


Рис. 4. Институт электрофизики и энергетики Российской академии наук (ИЭЭ РАН, Россия)



Рис. 5. Установка плазменной газификации отходов (Россия, ИЭЭ РАН)



Рис. 6. Уничтожение жидких токсичных отходов

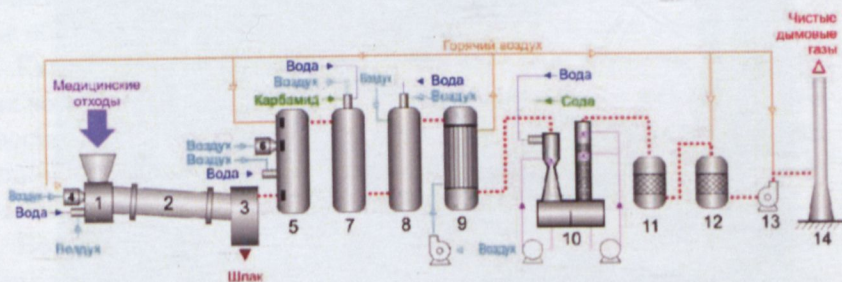


Рис. 7. Уничтожение опасных медицинских отходов

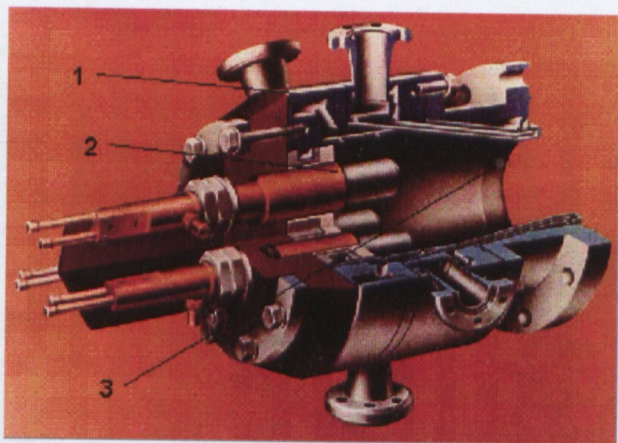


Рис. 8. Схема генератора:
1 — корпус, 2 — электрод, 3 — сопло

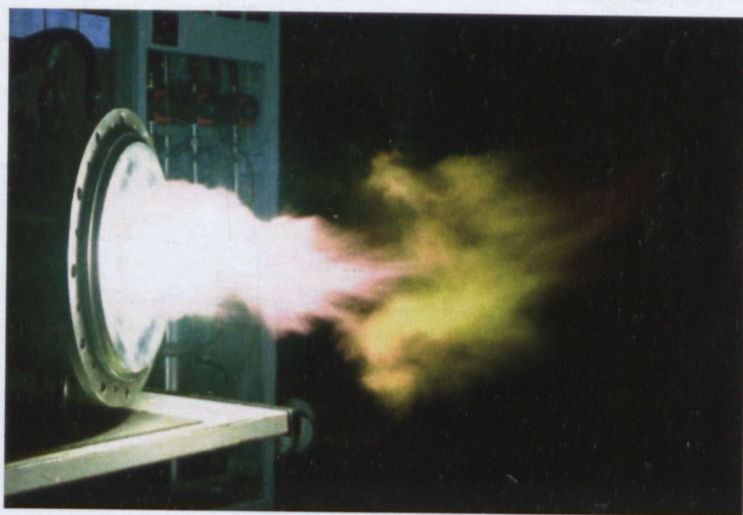


Рис. 9. Плазменный генератор

вы начнете этот газ, состоящий из молекул, нагревать дальше или сообщать ему энергию другим способом, то он развалится на отдельные атомы (атом кислорода, водорода, азота, железа и т. д.). Но если вы нагреете до еще более высоких температур, то от этих атомов, вернее, от их оболочек, начнут отрываться электроны. Электроны имеют отрицательный заряд, а атом — нейтральный. Если оторвался один электрон, то атом приобрел положительный заряд. Если еще больше сообщать энергии, то в результате образуется вещество, состоящее из смеси «ободранных» атомов, которая в итоге нейтральна, поскольку отрицательные заряды электронов компенсируют положительные заряды ионов, она и называется плазмой.

Из нее состоят, в частности, Солнце и звезды. Для того чтобы сохранить это состояние, нужны достаточно высокие температуры — 6000–8000 °С. Такие есть в недрах звезд, где очень высокое давление и плотность, или, например, в центре Солнца — там 100 000 000 °С.

Если искусственно создать такое или подобное состояние вещества на Земле, то на этом можно основывать и термоядерные реакции в будущих реакторах, и вообще новые технологии. Используя плазму, можно создать совершенно новые, экологически чистые и энергетически выгодные технологические процессы.

Обычный современный генератор, который генерирует электроэнергию в 1000 кВт, занимает огромную площадь (турбины и прочее оборудование), а плазменный уместится «в двух кулаках».

Как еще можно использовать плазму? При очень больших токах вещество в электрической дуге превращается в плазму, и вот в России — в частности в нашем институте — появились такого рода технологии, которые были внедрены затем по всему миру, где стали использоваться значительно быстрее и эффективнее.

Всего год назад в Международном энергетическом обществе меня спрашивали: «Когда новые плазменные технологии, наконец, начнут применяться?», на что я ответил: «Лет через десять, когда цены на нефть и газ изменятся, и человечество прочувствует, что дальше откладывать нельзя». Но я ошибся, они используются уже с этого года, причем массово.