

# Отходы производства и потребления

## Классификация отходов

Отходы — это продукты, образовавшиеся как побочные, бесполезные или нежелательные в результате производственной и непроизводственной деятельности человека и подлежащие утилизации, переработке или захоронению.

Отходы производства и отходы потребления — две большие группы, на которые принципиально можно разделить все образующиеся отходы, поскольку производственная деятельность человека связана в конечном итоге с удовлетворением его потребностей.



# Системы классификации отходов

- 1) Отходы производства и отходы потребления.
  - 2) Бытовые, промышленные и сельскохозяйственные отходы.
  - 3) Твердые, жидкие и газообразные отходы, классифицируемые исходя из их агрегатного состояния.
  - 4) Федеральный классификационный каталог отходов (утвержден приказом МПР России от 02.12.2002 № 786). Вид отходов определяет 13-значный код, характеризующий их общие классификационные признаки.
  - 5) Твердые, жидкие и пастообразные
  - 6) Классификация отходов по возможностям их утилизации
  - 7) Классификация многотоннажных отходов.
- 



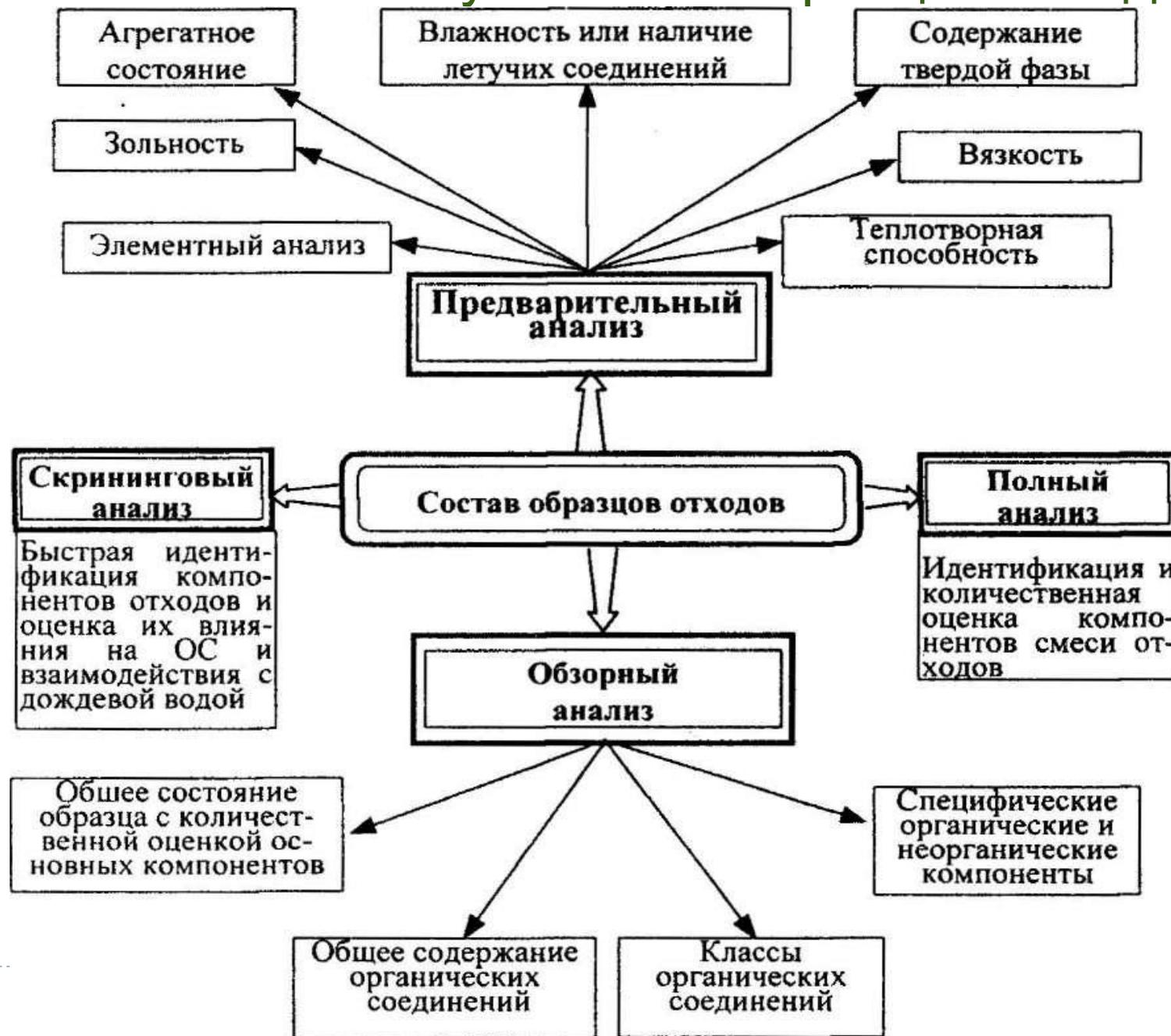
# Характеристика классов опасности отходов

Класс опасности отхода	Степень вредного воздействия отходов на окр. среду	Критерии отнесения отходов к классу опасности для окружающей природной среды
1-й класс - чрезвычайно опасные	Очень высокая (бензапирен)	Экологическая система необратимо нарушена Период восстановления - отсутствует
2-й класс — высокоопасные	Высокая (свинец)	Экологическая система сильно нарушена Период восстановления — не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия
3-й класс - умеренно опасные	Средняя (отработанные масла)	Экологическая система нарушена. Период восстановления — не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника
4-й класс — малоопасныс	Низкая (нефтедержжащие отходы)	Экологическая система нарушена Период самовосстановления - не менее 3 лет
5-й класс - практически неопасные	Очень низкая (металл, пластик)	Экологическая система практически не нарушена

# Состав производственных ОТХОДОВ



# Работы по анализу состава образцов отходов



# Жидкие отходы

## Сточные воды предприятий энергетики Теплоэнергетические предприятия

В производственных процессах теплоэнергетики качество воды может сильно изменяться, делая ее непригодной для дальнейшего применения. Современные тепловые электростанции являются источниками следующих основных видов сточных вод:

- воды охлаждения конденсаторов турбин, вызывающие тепловое загрязнение воды;
- регенерационные и промывочные воды от станций водоподготовки и конденсатоочисток;
- воды, загрязненные нефтепродуктами;
- воды от обмывок наружных поверхностей котлов пиковых подогревателей, работающих на сернистом мазуте;
- отработанные растворы после химической очистки оборудования и его консервации;
- воды систем гидрозолоудаления на ТЭС, работающих на твердом топливе.

## **Угольные и сланцевые шахты и углеобогадательные фабрики**

- К шахтным водам относятся загрязненные подземные воды, вскрытые и дренированные подземными выработками, сточные воды от гидродобычи, а также сточные воды систем обеспыливания. Шахтные воды содержат различные загрязнения и непригодны для питья и технического водоснабжения без специальной обработки.
- Производственные сточные воды составляют стоки компрессорных установок, продувочные воды котельных и охлаждающих сооружений, промывные и регенерационные воды водоподготовительных установок и др.

# МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

## Механические

Процеживание и фильтрация

Отстаивание и фильтрация

Центробежное фильтрование и отстаивание

## Химические

Нейтрализация

Окисление и восстановление

## Биологические

Аэробные

Анаэробные

Коагуляция, флотация

Сорбция

Ионный обмен

Гиперфильтрация

Электрохимическая очистка

Экстракция; эвапорация

## Физико-химические

## Комбинированные

# отстойник первичной очистки



# Биологические пруды



# Поля орошения и фильтрации



# Аэротенк



заполненный аэротенк

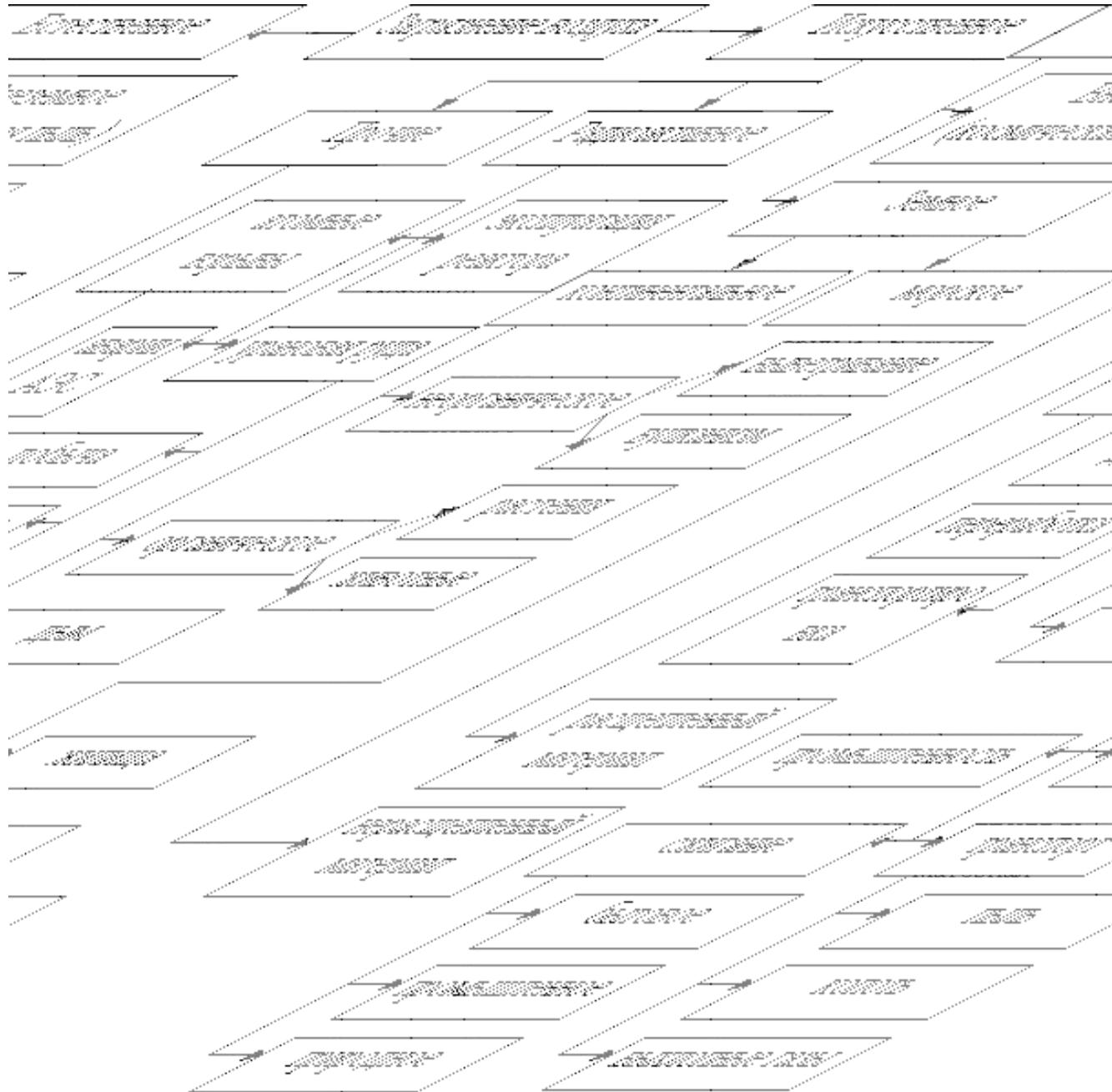
# Стадии очистки сточных вод

СТАДИЯ	МЕТОД
Предварительная обработка	<ul style="list-style-type: none"><li>Коагуляция</li><li>Флокуляция</li><li>Смешивание</li><li>Отстаивание</li><li>Просеивание</li></ul>
Первичная обработка	<ul style="list-style-type: none"><li>Осаждение</li><li>Флотация</li><li>Гравитационная сепарация</li><li>Фильтрация</li><li>Дезмульгация</li></ul>
Вторичная обработка	<ul style="list-style-type: none"><li>Химическое окисление (восстановление)</li><li>Химическое обезвреживание</li><li>Биохимия</li><li>Электрокоагуляция</li><li>Электрофлотация</li><li>Электролиз, электродиализ</li><li>Мембранное разделение</li></ul>
Глубокая очистка	<ul style="list-style-type: none"><li>Сорбция на активированных углях (органические вещества)</li><li>Обратный осмос (соли)</li><li>Ионный обмен (неорганические вещества)</li></ul>

# Пылегазообразные отходы

Главные загрязнители (поллютанты) атмосферного воздуха, образующиеся в процессе производственной и иной деятельности человека, — диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ), оксид углерода ( $\text{CO}$ ), оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ) и твердые частицы, на долю которых приходится около 98% в объеме выбросов вредных веществ, и их концентрации наиболее часто превышают допустимые уровни во многих городах РФ. Помимо главных загрязнителей, в атмосфере городов и поселков наблюдается еще более 70 наименований вредных веществ, среди которых — формальдегид, фтористый водород, соединения свинца, аммиак, фенол, бензол, сероуглерод, токсичные летучие растворители (бензины, спирты, эфиры и др.).

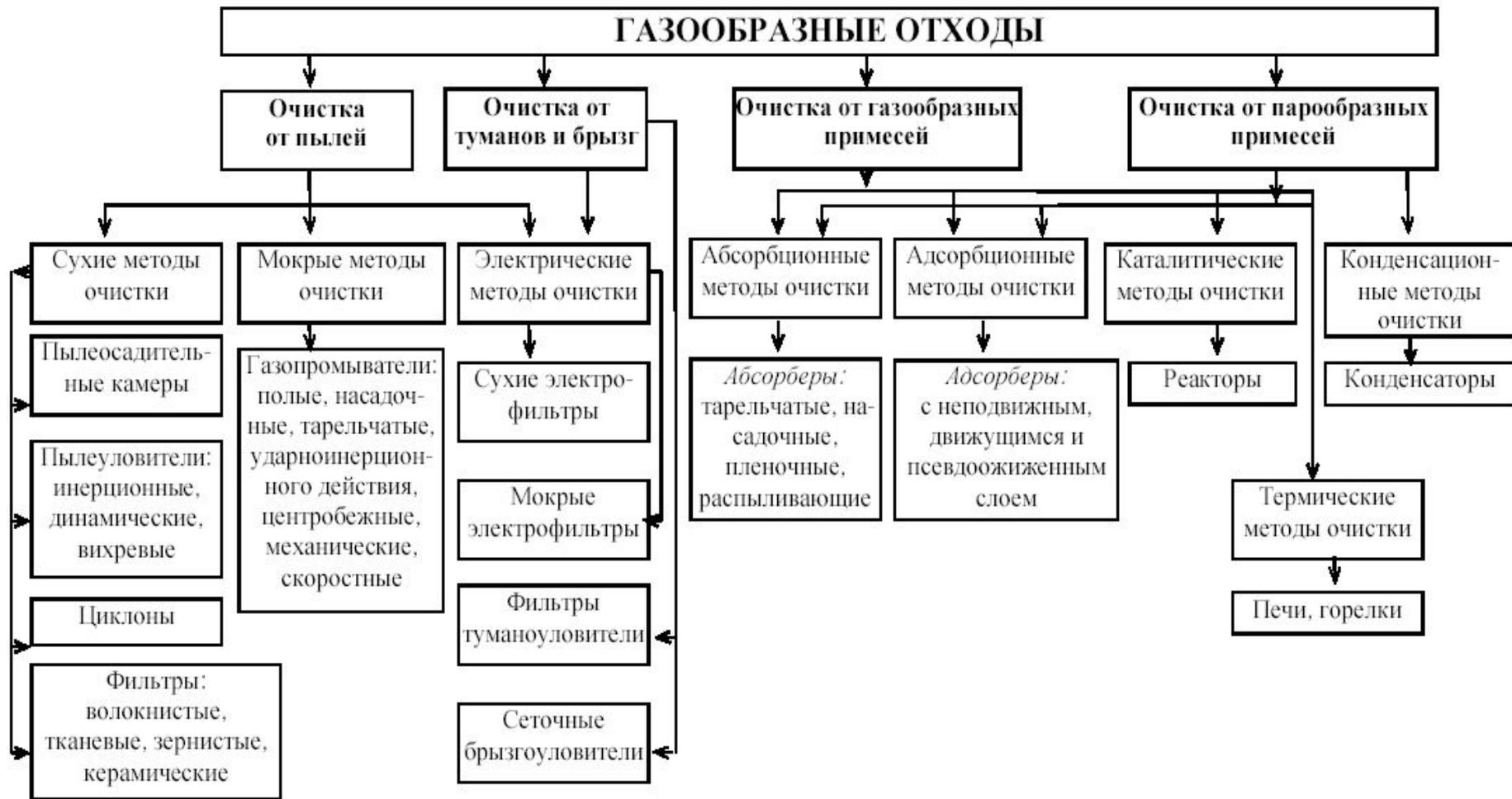
# Классификация источников загрязнения воздуха

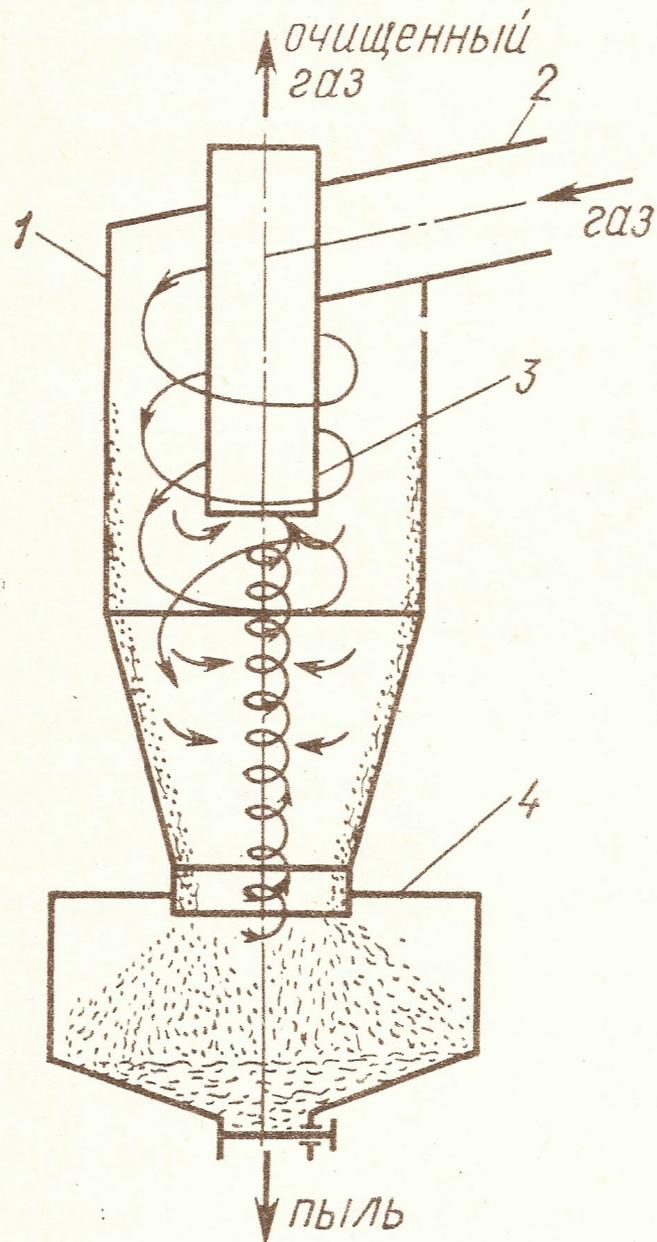


# Характеристика загрязнений

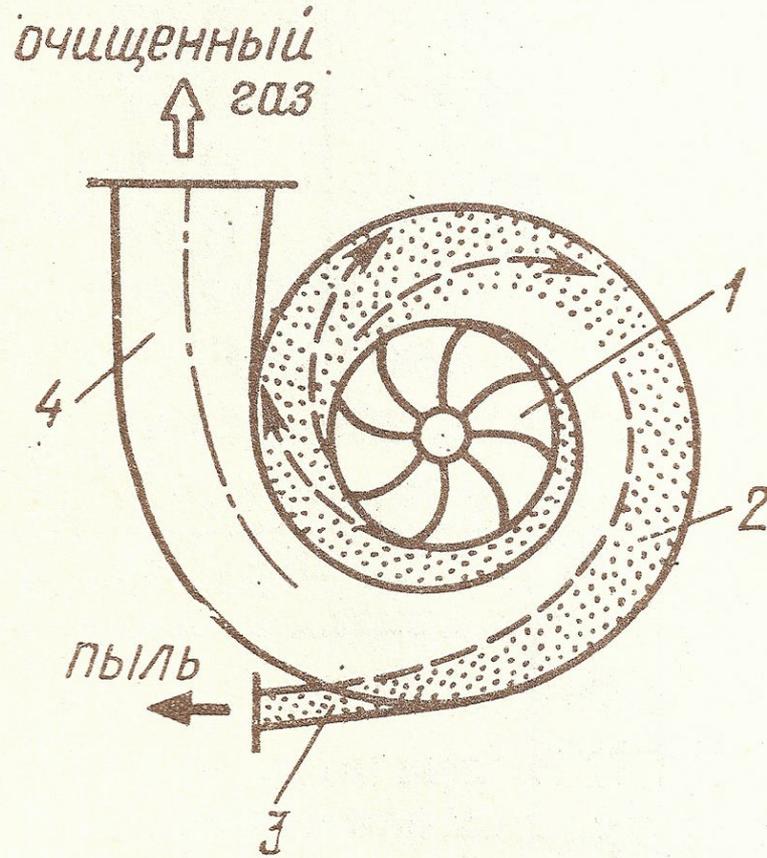
Природа загрязнения	Источник загрязнения
<b>Газы</b>	
Углекислый газ	Вулканическая деятельность Дыхание живых организмов Сжигание ископаемого топлива
Окись углерода	Вулканическая деятельность Двигатели внутреннего сгорания
Углеводороды	Растения, бактерии Двигатели внутреннего сгорания
Органические соединения	Химическая промышленность Сжигание отходов Разнообразное топливо
Сернистый газ и другие производные серы	Вулканическая деятельность Морские бризы Бактерии Сжигание ископаемого топлива
Производные азота	Бактерии Горение
Радиоактивные вещества	Атомные электростанции Ядерные взрывы
<b>Частицы</b>	
Тяжелые металлы	Вулканическая деятельность Промышленность
Минеральные соединения	Ветровая эрозия – водяная пыль Промышленность Двигатели внутреннего сгорания
Органические вещества, естественные и синтетические	Лесные пожары Химическая промышленность Разнообразное топливо Сжигание отходов Сельское хозяйство (пестициды)
Радиоактивные вещества	Ядерные взрывы

# Классификация методов и аппаратов обезвреживания газовых выбросов



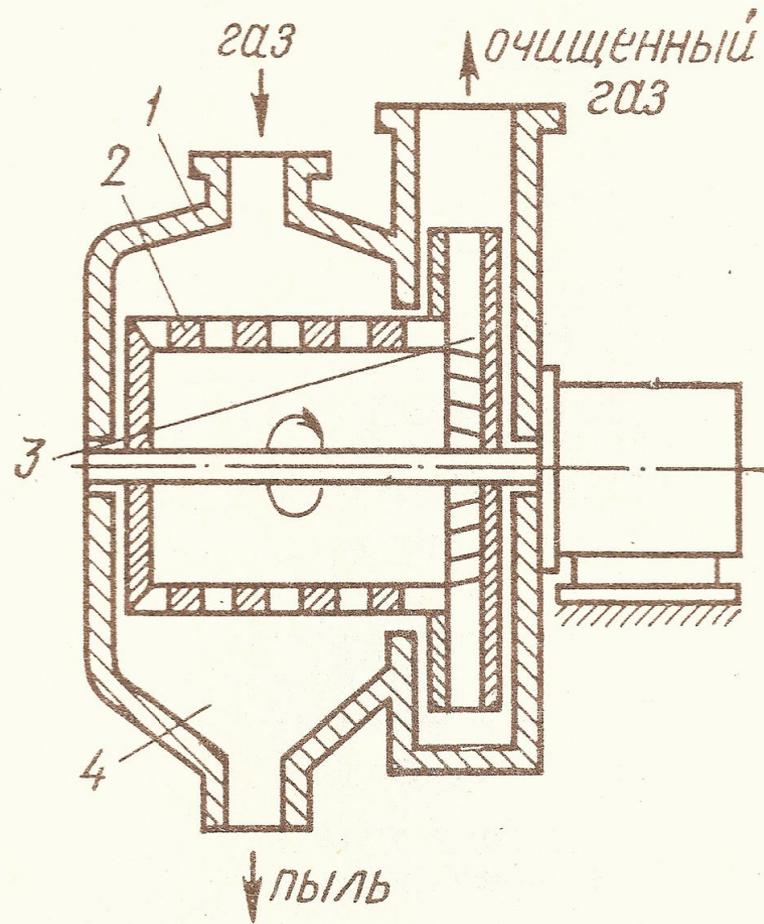


Циклон



Пылеуловитель ротационного типа:

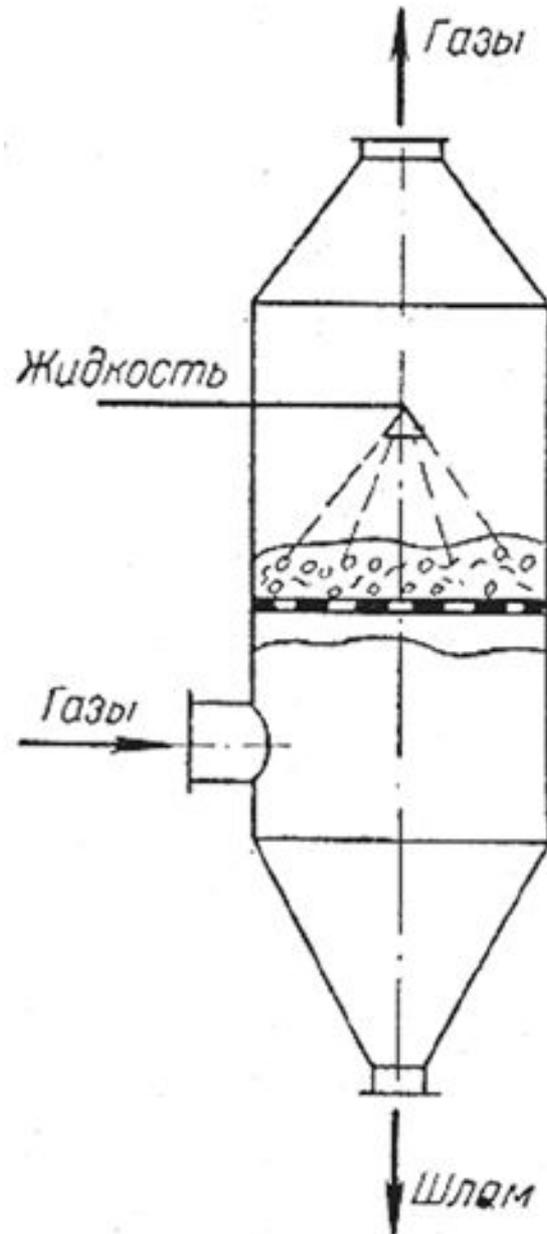
- 1 — вентиляторное колесо; 2 — кожух;  
3 — пылеприемное отверстие; 4 — выхлопная труба



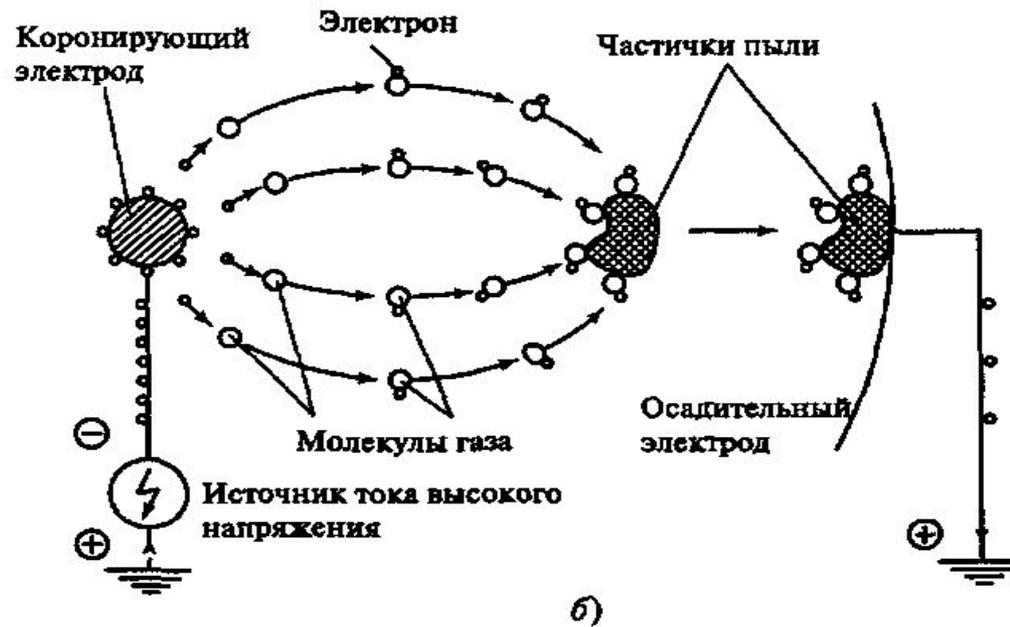
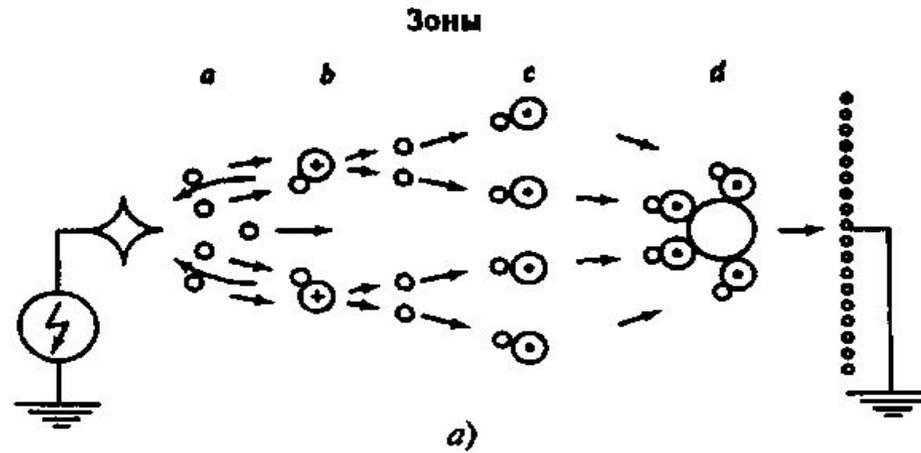
Противопоточный рота-  
ционный пылеотделитель:

1 — кожух; 2 — ротор; 3 — колесо вен-  
тилятора; 4 — бункер

# Мокрый пылеуловитель



# Электрофилтры



Процесс ионизации (а) и принцип работы электрофилтра (б)

Необходимый электрический ток для игольчатых коронирующих электродов, мА, определяется по формуле

$$I = J_A A_n$$

где  $J_A$  – плотность тока, мА/м<sup>2</sup>;

$A_n$  – площадь поверхности осадительных электродов, приходящаяся на один агрегат, м<sup>2</sup>.

Эффективность работы золоуловителя, в том числе и электрофильтра, согласно теории золоулавливания оценивается параметром золоулавливания  $\Pi$ :

$$\Pi = vA/V = vA / u \omega,$$

где  $v$  – скорость движения частиц золы под действием сил осаждения к поверхности осаждения (скорость дрейфа), м/с;

$A$  – площадь поверхности осаждения, м<sup>2</sup>;

$V$  – объемный расход дымовых газов, м<sup>3</sup>/с;

$u$  – средняя скорость движения пылегазового потока, м/с;

$\omega$  – сечение для прохода газов, м<sup>2</sup>.

Применительно к электрофильтру площадь поверхности осаждения

$$A = 2 m n L_n H,$$

где  $m$  – число проходов для газов;  $n$  – число полей по ходу газов;  $L_n$  – длина одного поля, м;  $H$  – высота электродов, м.

Сечение для прохода газов

$$\omega = 2 m t H,$$

где  $t$  – расстояние между коронирующими и осадительными электродами, м.

Таким образом, параметр золоулавливания для электрофильтра

$$\Pi = \frac{v n L_n}{u t}$$

Согласно теории золоулавливания параметр золоулавливания связан со степенью проскока летучей золы  $\varepsilon$  формулой

$$\varepsilon = C_{\text{ВЫХ}} / C_{\text{ВХ}} = \exp(-\Pi)$$

Тогда степень золоулавливания:

$$\eta = 1 - \varepsilon$$

Для электрофильтра параметр золоулавливания и, следовательно, степень золоулавливания возрастает с увеличением эффективной скорости дрейфа частиц  $v$ , числа полей у электрофильтра  $n$  и длины каждого поля  $L_n$  и уменьшается с ростом скорости дымовых газов  $u$  и расстояния  $t$  между коронирующими и осадительными электродами.

На основе обобщения данных испытаний отечественных электрофильтров было получено полуэмпирическое выражение для параметра золоулавливания:

$$\Pi_3 = 0,2k_{yn} \sqrt{\frac{v}{u}} \frac{nL_n}{t}$$

где  $K_{yn}$  – коэффициент вторичного уноса.

Основное влияние на степень золоулавливания в электрофильтре оказывает скорость дрейфа (скорость осаждения)  $v$ . Согласно теории движения заряженной частицы в электростатическом поле скорость дрейфа определяется электрическими характеристиками электрофильтра и запыленного потока газов по формуле

$$v = 10^6 \frac{\epsilon_0 E_z E_{oc} d}{\mu} \frac{\epsilon_v}{\epsilon - 2}$$

где  $\epsilon_0$  – диэлектрическая проницаемость вакуума, Ф/м ( $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  Ф/м);

$\epsilon_v$  – относительная диэлектрическая проницаемость вещества частицы;

$E_z$  – напряженность электрического поля при зарядке, кВ/м;

$E_{oc}$  – напряженность электрического поля осаждения, кВ/м;

$d$  – диаметр частицы, м;

$\mu$  – динамическая вязкость газов, Па × с.

Для обычных условий эксплуатации работы электрофильтров упрощенное выражение для скорости дрейфа

$$v = 0,25 E_3 E_{oc} d$$

Для дальнейшего упрощения заменим произведение  $E_3 E_{oc}$  на среднюю напряженность поля  $E$  в квадрате и получим

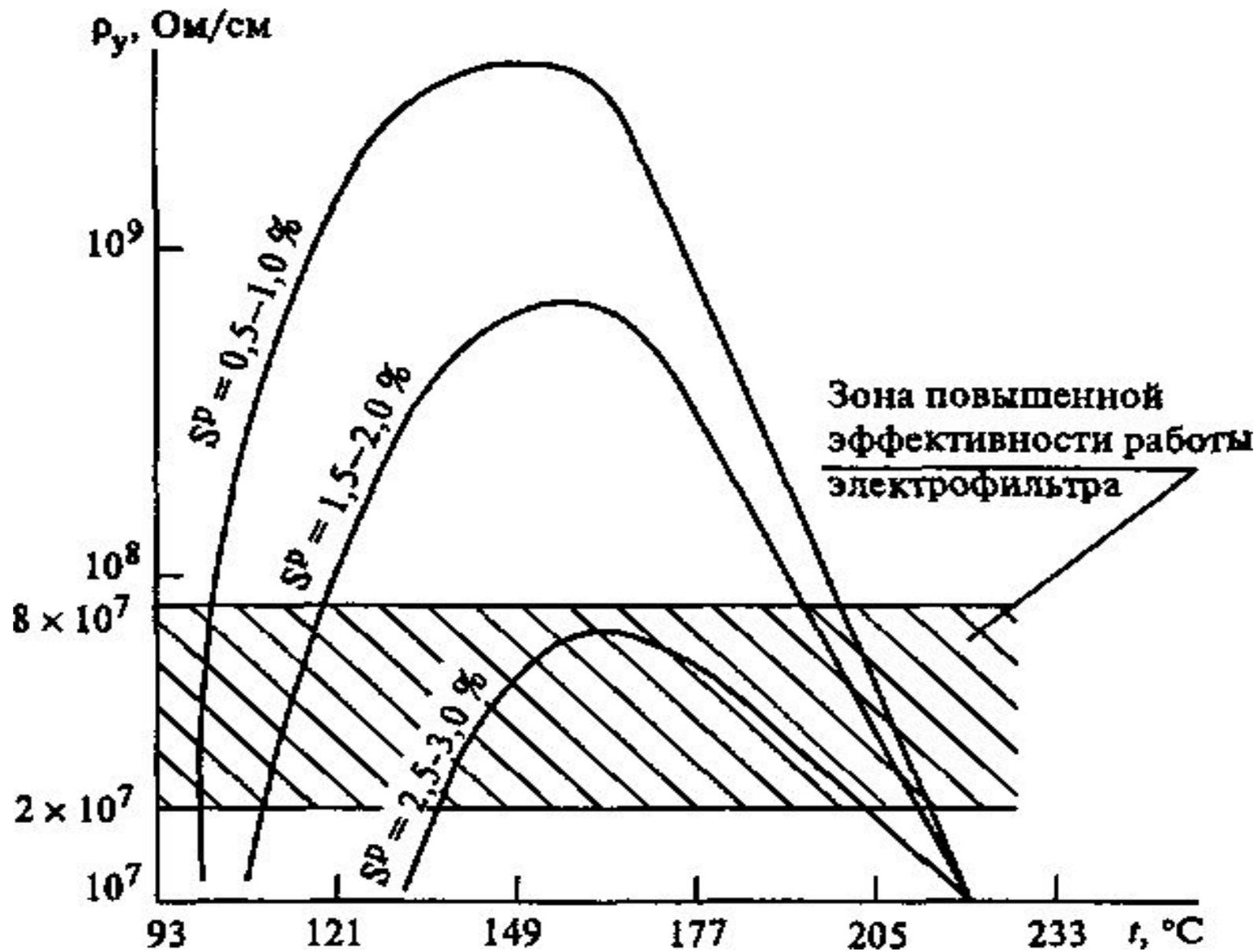
$$v = 0,25 E^2 d.$$

Под средней напряженностью поля будем понимать

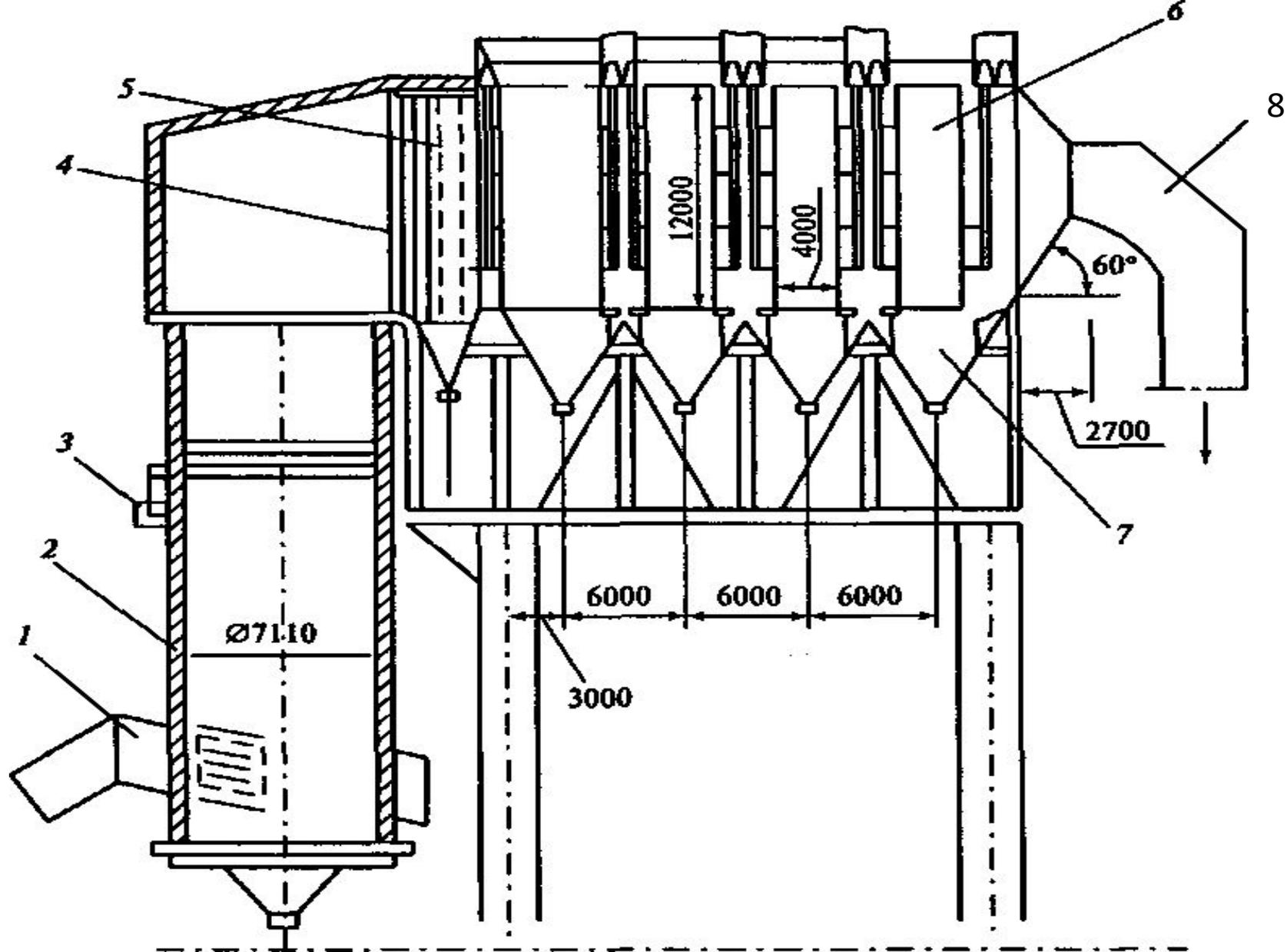
$$E = U / t,$$

где  $U$  — напряжение, подведенное к электрофильтру, кВ;

$t$  — расстояние между осадительным и коронирующим электродами, м.



Зависимость электрического сопротивления золы от температуры и концентрации в топливе серы  $S^p$



Двухступенчатый золоуловитель для золы топлив с высоким удельным электрическим сопротивлением

# Твердые отходы

## Состав твёрдых бытовых отходов



# Использование отходов в качестве вторичных материальных ресурсов

Отходы могут быть использованы в качестве вторичных материальных ресурсов (ВМР) как на предприятиях, где эти отходы образуются, так и за их пределами. К ВМР не относятся возвратные отходы производства, которые могут быть использованы повторно в качестве сырья в том же технологическом процессе, где они образуются.

# Сжигание отходов

Группа (температура процесса)	Подгруппа (принципиальный характер процесса)	Вид (применяемая технология)
Термические процессы при температурах ниже температуры плавления шлака	Слоевое сжигание с принудительным перемешиванием и перемещением материала	На переталкивающих решетках  На валковых решетках  Во вращающихся барабанных печах
	Сжигание в кипящем слое	В стационарном кипящем слое  В вихревом кипящем слое  В циркулирующем кипящем слое
	Сжигание – газификация в плотном слое кускового материала без принудительного перемешивания и перемещения	Паровоздушная газификация (процесс Института химической физики РАН в Черноголовке)

Группа (температура процесса)	Подгруппа (принципиальный характер процесса)	Вид (применяемая технология)
Термические процессы при температурах выше температуры плавления шлака	Сжигание в слое шлакового расплава	<p>С использованием обогащенного кислородом дутья</p> <p>С использованием природного газа в качестве дутья</p> <p>С использованием электрошлакового расплава</p>
	Сжигание в плотном слое кускового материала и шлаковом расплаве без принудительного перемешивания и перемещения материала	Доменный процесс (с использованием подогретого до 1000 °С воздуха)

Группа (температура процесса)	Подгруппа (принципиальный характер процесса)	Вид (применяемая технология)
Термические процессы при температурах выше температуры плавления шлака	Сжигание в слое шлакового расплава	<p>С использованием обогащенного кислородом дутья</p> <p>С использованием природного газа в качестве дутья</p> <p>С использованием электрошлакового расплава</p>
	Сжигание в плотном слое кускового материала и шлаковом расплаве без принудительного перемешивания и перемещения материала	Доменный процесс (с использованием подогретого до 1000 °С воздуха)

# Захоронение отходов

## Устройство полигона и складирование отходов

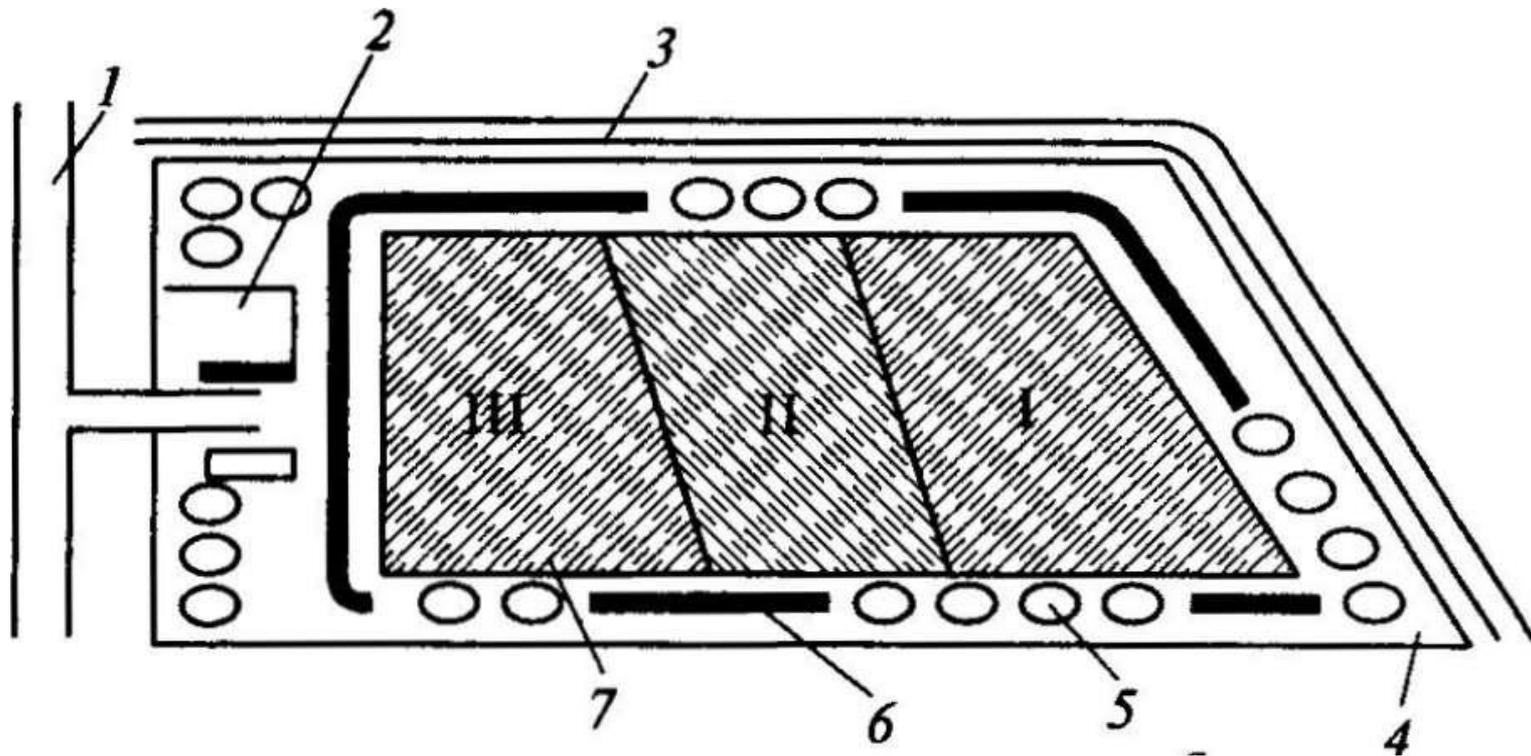
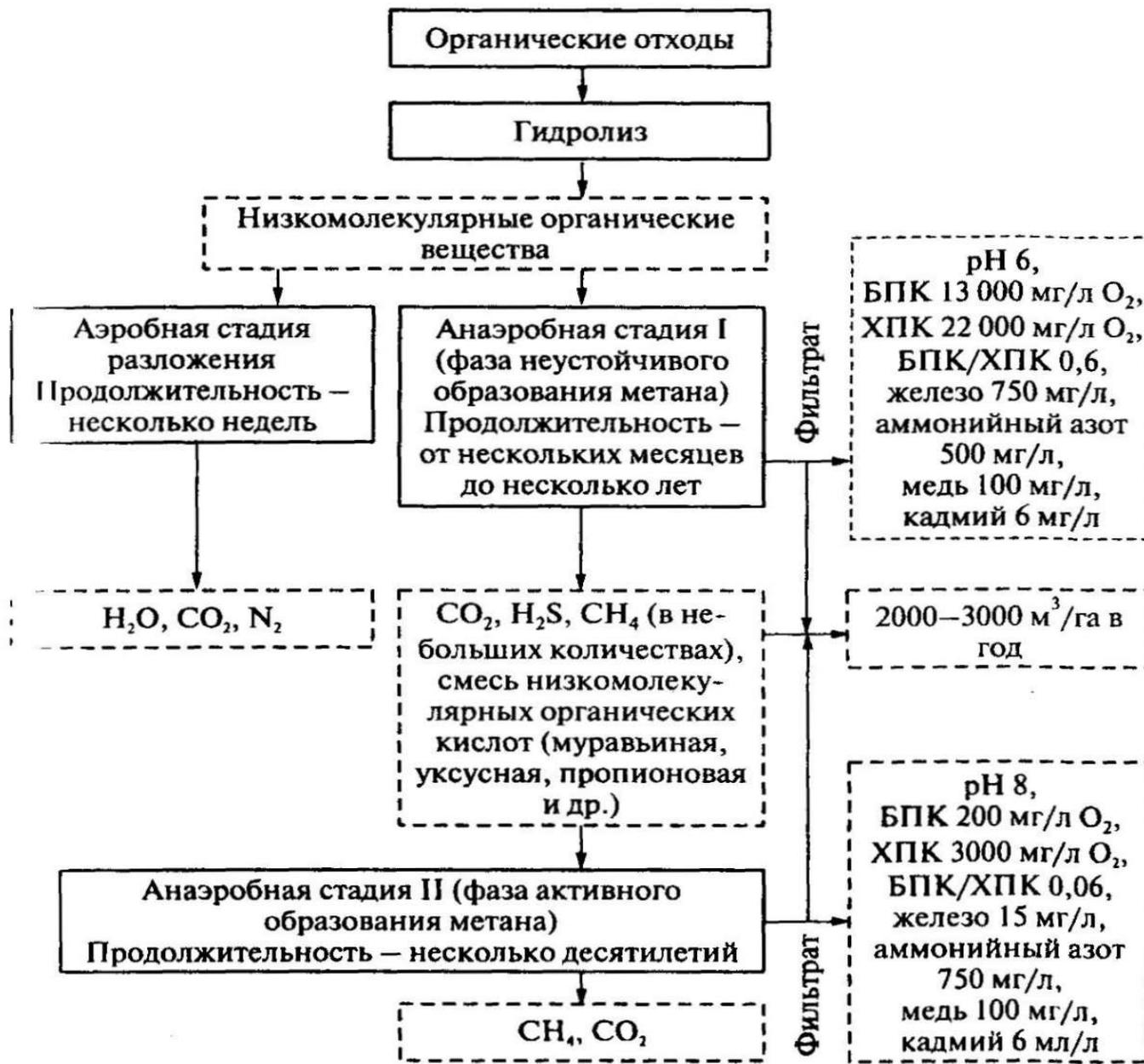
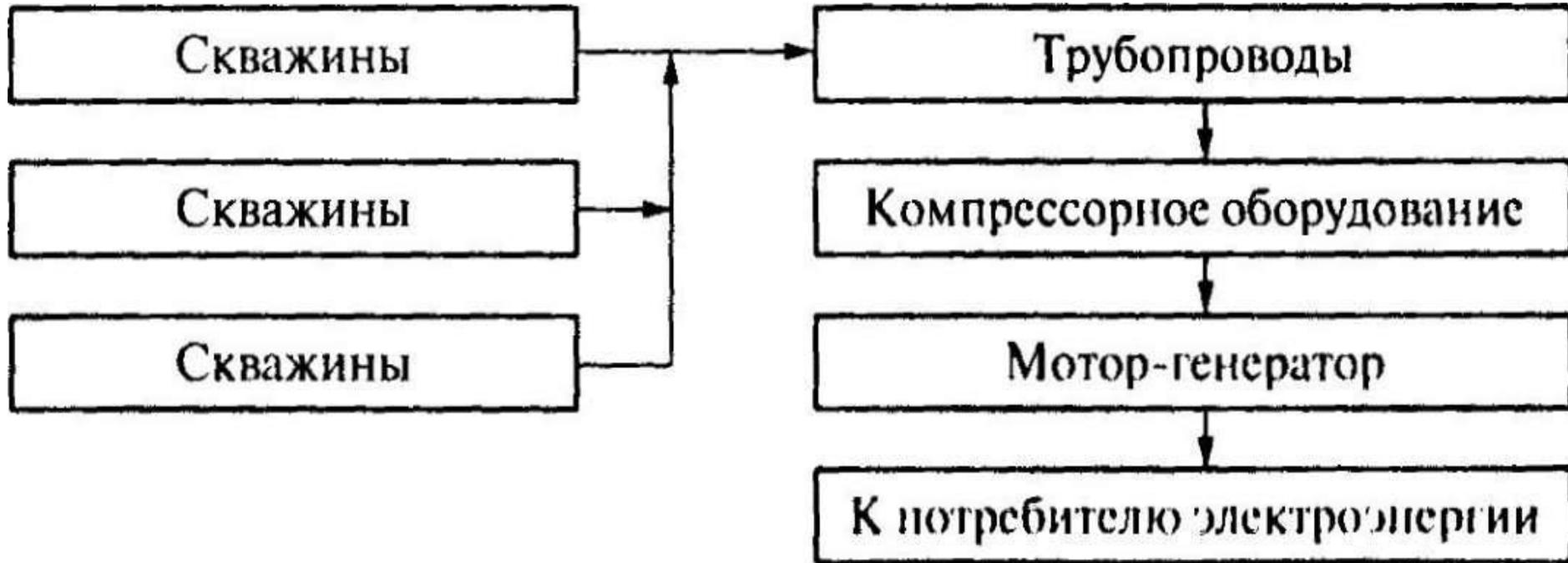


Схема размещения основных сооружений полигона: 1 – подъездная дорога; 2 - хозяйственная зона; 3 - нагорная канава; 4 - ограждение; 5 - зеленая зона; 6 - кавальер грунта для изоляции слоев; 7 - участки складирования ТБО; I, II и III - очереди эксплуатации

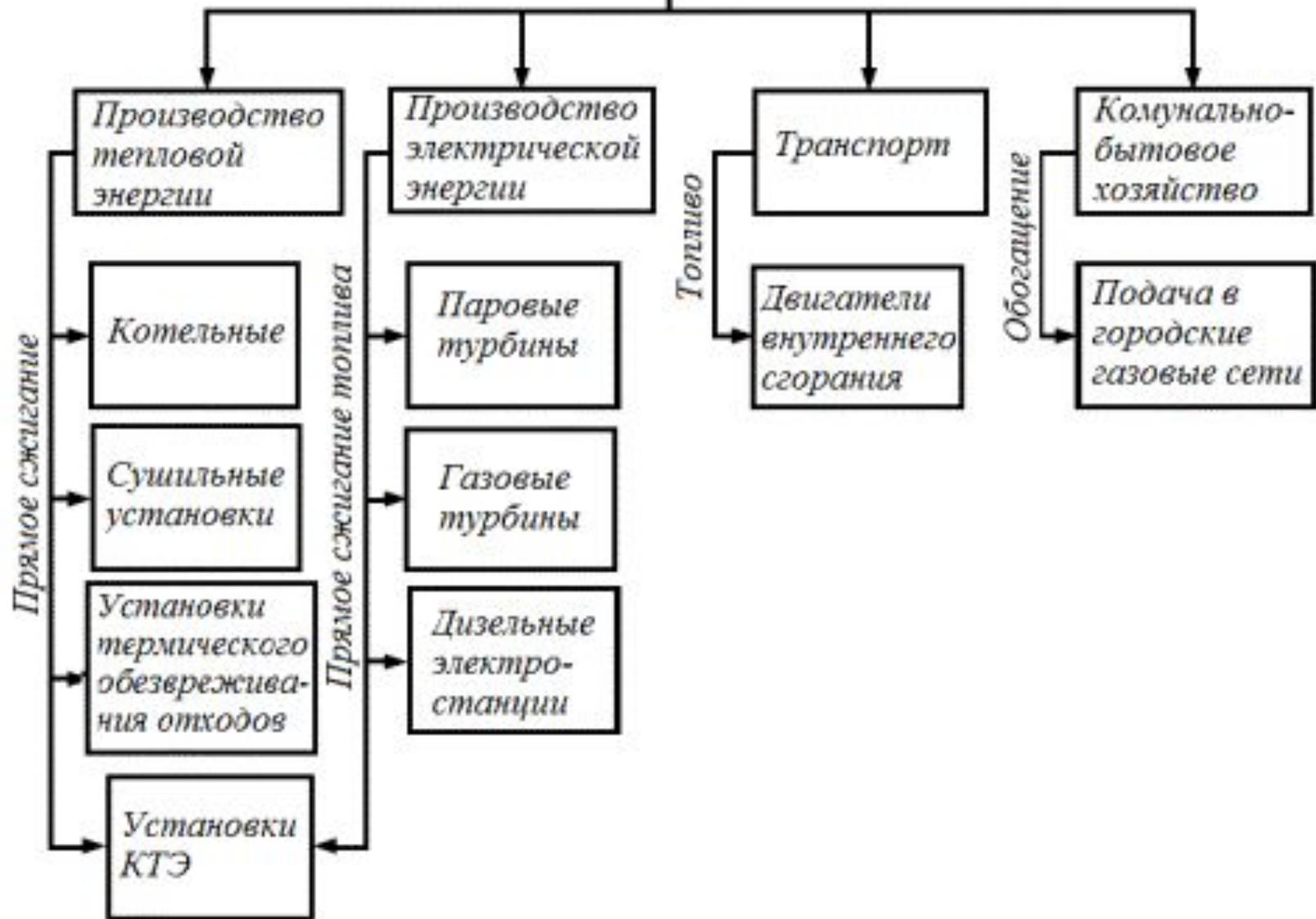
# Принципиальные процессы разложения органических веществ при полигонном захоронении ТБО

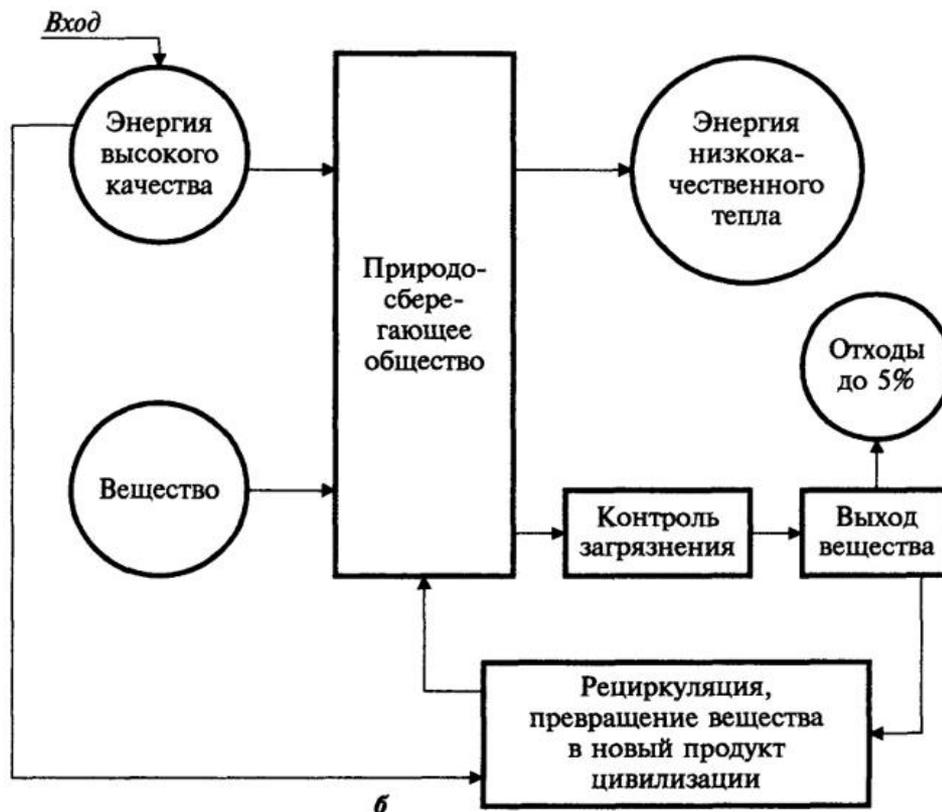
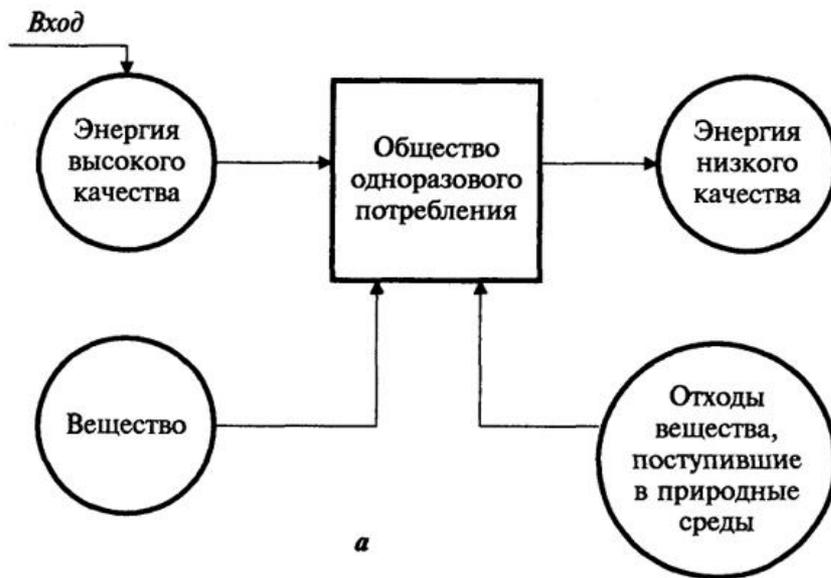


## Добыча и утилизация биогаза



Энергетическое использование свалочного биогаза





Структурная схема общества одноразового потребления (а) и природосберегающего (б)