



МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ И
АППАРАТЫ УТИЛИЗАЦИИ
И И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ
ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ,
СТОКОВ, ТВЕРДЫХ
ОТХОДОВ

СБОР, СОРТИРОВКА И ПОДГОТОВКА ТБО К ПЕРЕРАБОТКЕ

Серьезной проблемой для всех крупных городов является сбор и переработка ТБО, т.к. они содержат ценные компоненты: бумагу, лом металлов, пластмассы, стекло, пищевые отходы, которые при создании эффективных технологий и оборудования могут служить вторичным сырьем для получения продуктов для промышленности или сельского хозяйства.

В большинстве европейских стран предварительную сортировку ТБО проводит население. Для отдельного сбора пластмассовых отходов, стеклотары, пищевых отходов и пр. отходов устанавливают специальные контейнеры.



В РФ система сортировки отходов населением практически не действует. Для приема бытовых отходов используют передвижные и стационарные контейнеры емкостью от 0,1 до 0,8 м³, которые устанавливают на специально оборудованных заасфальтированных или забетонированных площадках. А в жилых зданиях выше 5 этажей предусмотрено строительство мусоропроводов.



В небольших городах практикуют *одноэтапный* (когда отходы с мест сбора перевозят непосредственно к местам переработки или захоронения), а в мегаполисах - *двухэтапный* вывоз отходов (сначала мусоровозы перевозят ТБО на мусороперегрузочные станции, где отходы уплотняют стационарным уплотнителем и перегружают в большегрузные транспортные средства для транспортировки к месту последующей обработки и размещения).

Первой стадией переработки бытовых отходов является *измельчение.*

Для этого используют молотковые, ножевые дробилки, ударно-отражательные мельницы, рифленые вальцы. Для разделения отходов на фракции проводят *фракционирование.* Для этого применяют барабанные и вибрационные сита.



После предварительного измельчения проводят *сепарацию* отходов. При переработке ТБО используют мокрый и сухой методы сепарации. Большинство промышленных технологий разделения бытовых отходов используют сухие методы сепарации, причем в составе оборудования для переработки отходов преобладают установки с зигзагообразным воздуховодом.



ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Наличие в ТБО быстроразлагающихся органических соединений, болезнетворных бактерий обуславливает необходимость быстрого удаления отходов из населенных пунктов и их обезвреживание.



ГРУППЫ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ТБО:

- МЕТОДЫ ЛИКВИДАЦИИ ОТХОДОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ УЛУЧШЕНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ;
- МЕТОДЫ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ ПОЛНОСТЬЮ ИЛИ ЧАСТИЧНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ВТОРИЧНЫЕ РЕСУРСЫ.





Рис. Классификация методов переработки ТБО

Выбор технологии обезвреживания бытовых отходов зависит от многих факторов, среди которых определяющими должны быть охрана окружающей среды и здоровья населения, экономическая целесообразность.



СКЛАДИРОВАНИЕ ТБО НА ПОЛИГОНАХ

Наиболее простым, дешевым и часто применяемым методом обезвреживания отходов является их складирование на полигонах.



В соответствии с санитарными требованиями они должны быть расположены на глинистых и суглинистых почвах или иметь специальные водонепроницаемые основания, препятствующие проникновению фильтрата в водный бассейн.



Практически на полигоне происходят процессы медленного биохимического (аэробного и анаэробного) разложения компонентов. Срок эксплуатации полигона обычно составляет 10-20 лет, а высота слоя отходов достигает 20-25 м. (в слое на глубине 3 м процесс разложения может длиться 15-20 лет, а в более глубоких слоях идет до 100 лет).



Одним из главных загрязнителей с территории полигонов являются поверхностные воды, а также фильтрат, образующийся при прохождении атмосферных осадков через толщу отходов.



С фильтратом возможен вынос болезнетворных бактерий тифа, туберкулеза, столбняка и т.п.

Бионеразлагаемые загрязнения (например, сульфаты, хлориды, железо) практически полностью выносятся фильтратом, систематически ухудшая качество ПОДЗЕМНЫХ ВОД.



В результате процесса разложения в воздушный бассейн попадают углекислый газ, метан, водород, аммиак, углеводороды и пр., процесс сопровождается выделением теплоты.

Опасной для окружающей среды является пыль, уносимая с полигонов, содержащая большое количество органических веществ и микроорганизмов.



Участок складирования ТБО, занимающий до 95% всей площади, разбивают на очереди эксплуатации с учетом приема отходов в течение 3 - 5 лет.

Для изоляции места размещения отходов от проникновения загрязняющих веществ в почву, грунтовые воды, атмосферу рекомендуется использовать защитные экраны.

Конструкция экранов позволяет отводить образующуюся влагу и газы. Выбор материалов защитного экрана зависит от геологических условий места полигона, состава отходов, технических требований.

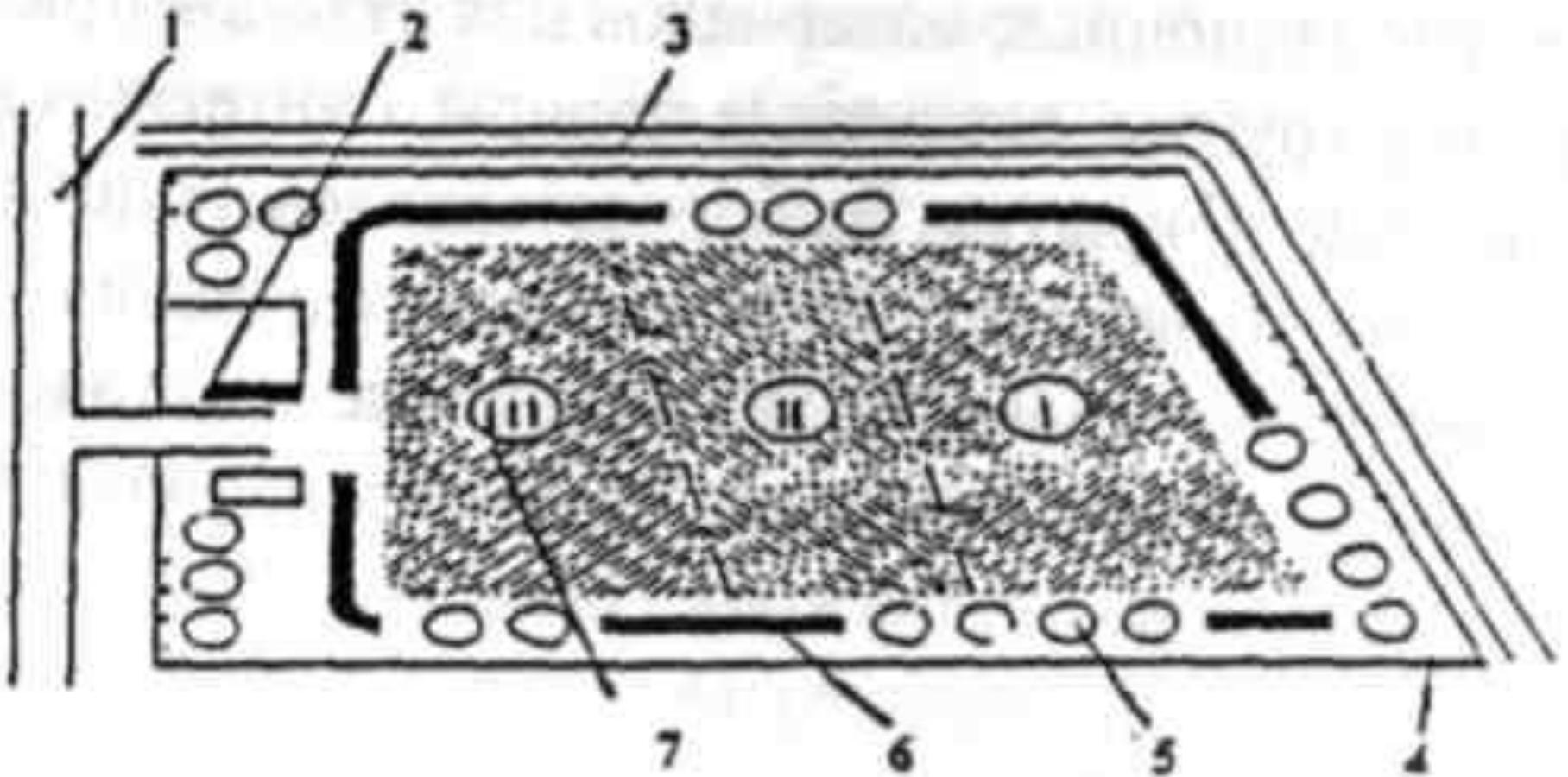


Схема размещения сооружений полигона: 1- подъездная дорога; 2 - хозяйственная зона; 3- нагорная канава; 4-ограждение; 5- зеленая зона; 6 - кавальер грунта для изоляции слоев; 7 - участки складирования, I,II,III -очереди эксплуатации

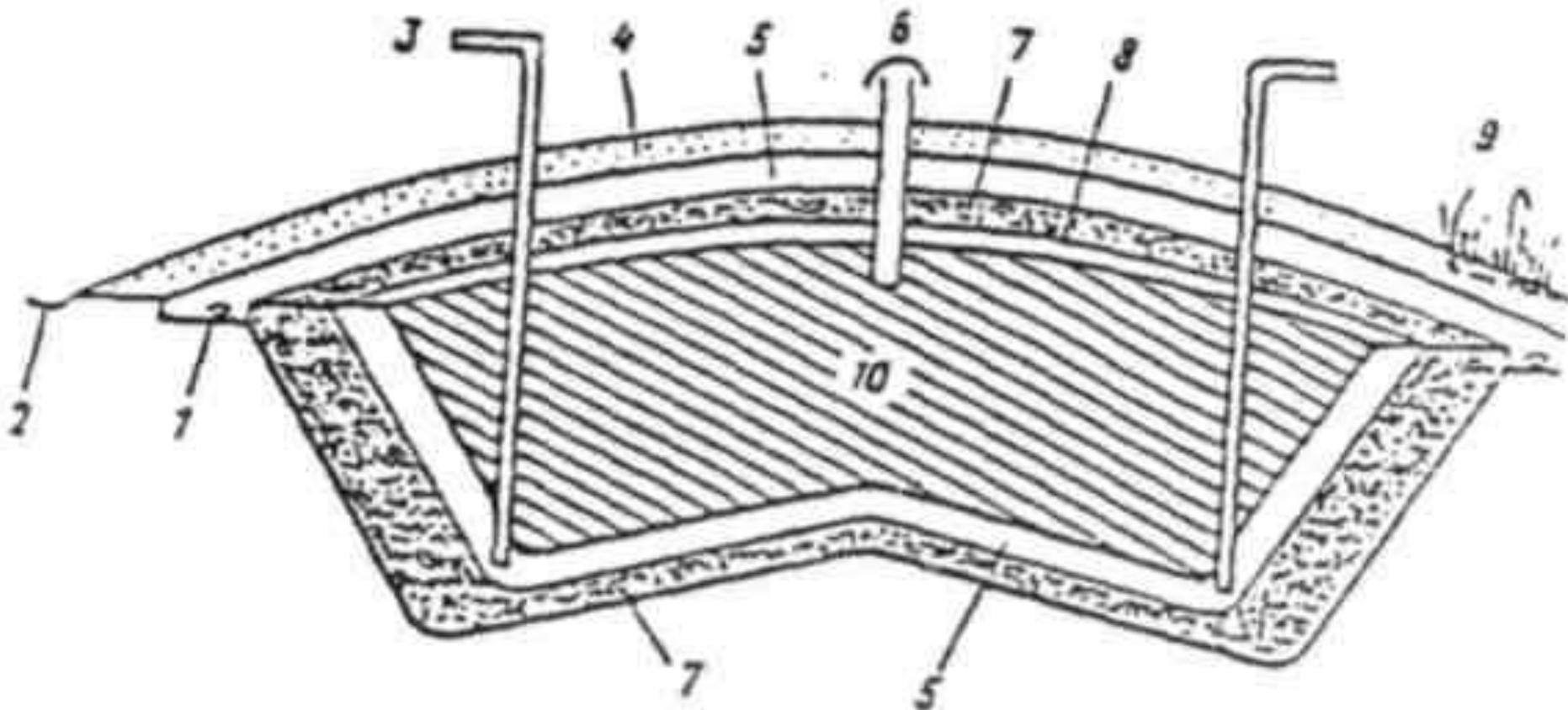


Рис Схема безопасного размещения отходов на полигоне 1 - слив просачивающейся влаги; 2-сливная канава, 3- труба для удаления жидкости; 4- грунт; 5- проницаемый слой, 6 -газовая вентиляция; 7- непроницаемый слой; 8 -подложка, 9- растительность, 10 –отходы

Основными элементами безопасного складирования отходов на полигоне являются:

- слой поверхностного грунта, на который высаживают растительность, закрепляющую покрытие и улучшающую испарение влаги;
- система дренажа, отводящая поверхностные стоки. Наклон грунтового покрытия улучшает поверхностный сток.
- изолирующий слой из глины или пластикового покрытия, предотвращающий проникновение осадков в отходы;
- слой, состоящий из мелкого грунта или песка, являющийся основой для изолирования;

- вентиляционная система, обеспечивающая удаление газов, образующихся из-за разложения отходов;
- дренажный слой из песка или гравия, способствующий отводу просачивающейся через отходы жидкости в дренажные каналы;
- нижний изолирующий слой, препятствующий просачиванию загрязнителя в грунтовые воды (в качестве изоляционных материалов применяют малопроницаемые грунты, осадочные породы, синтетический материал, асфальтовые покрытия).

МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЕ ЗАВОДЫ

На современных мусороперерабатывающих заводах процесс обезвреживания отходов осуществляют путем механизированного биотермического компостирования.

Его основные стадии:

- прием и предварительная подготовка ТБО;
- биотермическое компостирование;
- сортировка и складирование компоста;
- обработка некомпостируемых фракций.

Процесс биотермического обезвреживания основывается на способности некоторых видов микроорганизмов использовать компоненты ТБО для питания в процессе жизнедеятельности. В результате развития микроорганизмов в аэробных условиях, т.е. при хорошем доступе воздуха, происходит саморазогревание отходов.



Первоначально отходы имеют температуру окружающей среды. По мере разложения органического вещества и роста количества микроорганизмов увеличивается температура отходов (до 55-60 °С).

На этой стадии компостирования интенсивно происходят процессы биохимического окисления органических составляющих отходов и гибель болезнетворных микроорганизмов, яиц гельминтов, личинок и куколок мух. Затем температура постепенно снижается и процесс затухает.

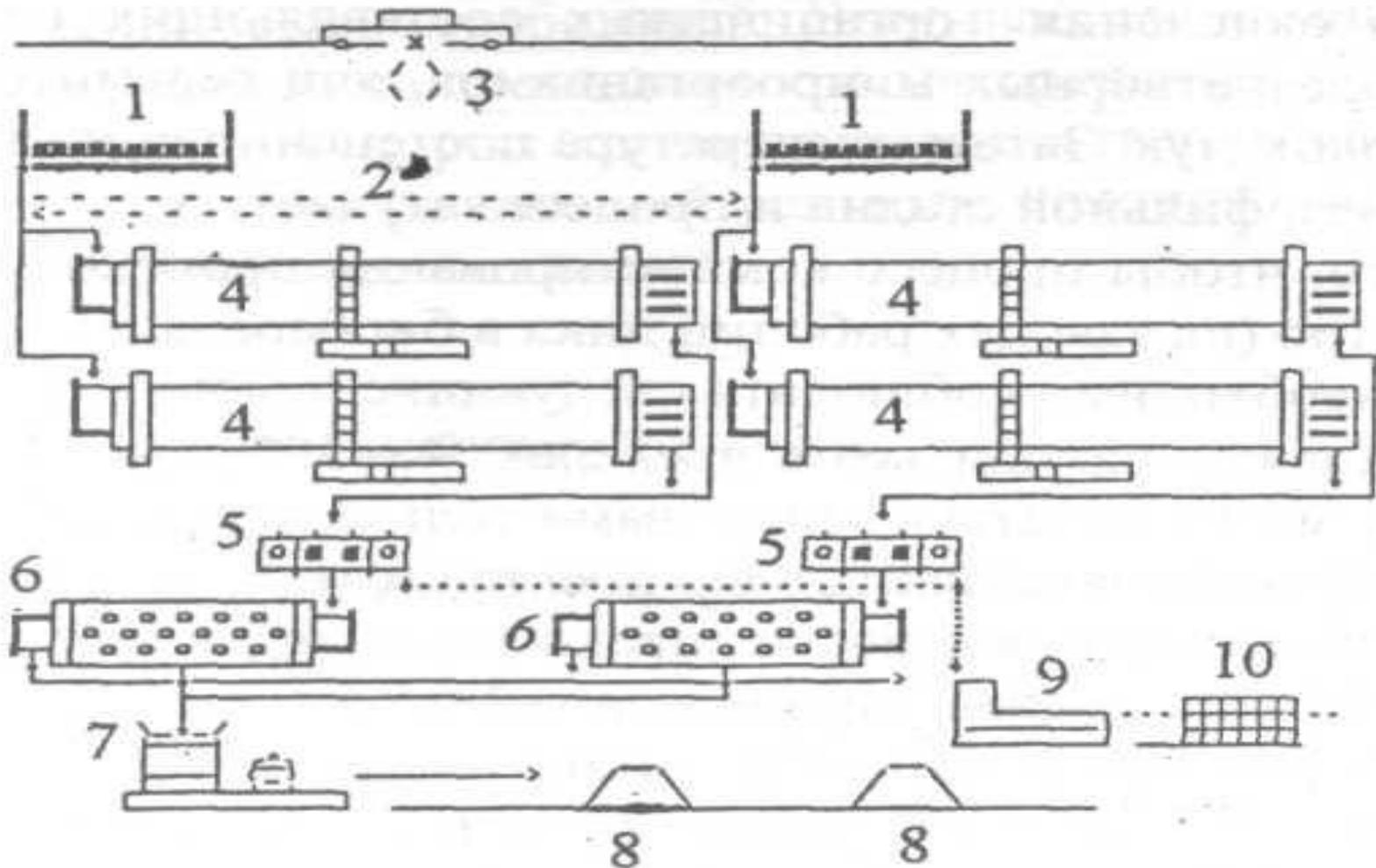
Для того чтобы процесс компостирования происходил достаточно быстро (на заводах рабочий цикл в биобарабанах длится 2 -4 суток) необходимо соблюдать следующие условия:

- Влажность отходов должна находиться в пределах 45%-55%, (так как микроорганизмы могут питаться веществами только в виде растворов, в то же время излишняя влага, заполняя пустоты между частицами отходов, вытесняет воздух и прекращает аэробный процесс);
- Аэрация отходов должна составлять 0,2-0,8 м³ на 1 кг перерабатываемого материала (аэрация может быть естественной и принудительной).

На мусороперерабатывающих заводах биотермическое компостирование проводят в 2 стадии:

1). В горизонтальных вращающихся барабанах





Технологическая схема мусороперерабатывающего завода:

- 1- приемный бункер с пластинчатым питателем; 2 - конвейер; 3 - грейферный кран; 4- биотермический барабан; 5- электромагнитный сепаратор, 6 - барабанный грохот; 7 - дробилка для компоста; 8 - штабеля компоста, 9 - пакетировочный пресс; 10 - склад металлолома

ТБО грейферным краном подаются в приемный бункер, оборудованный пластинчатым питателем для подачи отходов в загрузочную камеру биотермических барабанов.

Биобарабан представляет собой выполненную из металла цилиндрическую обечайку, опирающуюся на роликовые опоры, установленные под углом к горизонту.

Частота вращения биобарабана в рабочем режиме составляет 0,3 об./мин, в режиме загрузки – разгрузки - 1,14-1,49 об./мин.

Аэрация осуществляется воздухом, имеющим температуру не ниже 15 °С.

После 2-3 суточного пребывания в биобарабане обезвреженная масса отходов направляется в систему грохотов, где из нее выделяются фракции крупнее 60 мм, содержащие непрокомпостированный материал. Из всех фракций извлекают черные и цветные металлы. Очищенный компост измельчают в дробилках и направляют в штабеля для дозревания.

2). В открытых штабелях на специально оборудованных площадках дозревания – или полевое компостирование ТБО. Продолжительность процесса зависит от климатических условий и составляет обычно несколько месяцев.

Технология полевого компостирования допускает совместную обработку ТБО и осадков сточных вод.

МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ

При термическом обезвреживании и утилизации ТБО значительно (на 65 - 75%) уменьшается объем отходов, уничтожается патогенная микрофлора.

Горючие компоненты окисляются с образованием углекислого газа и паров воды.

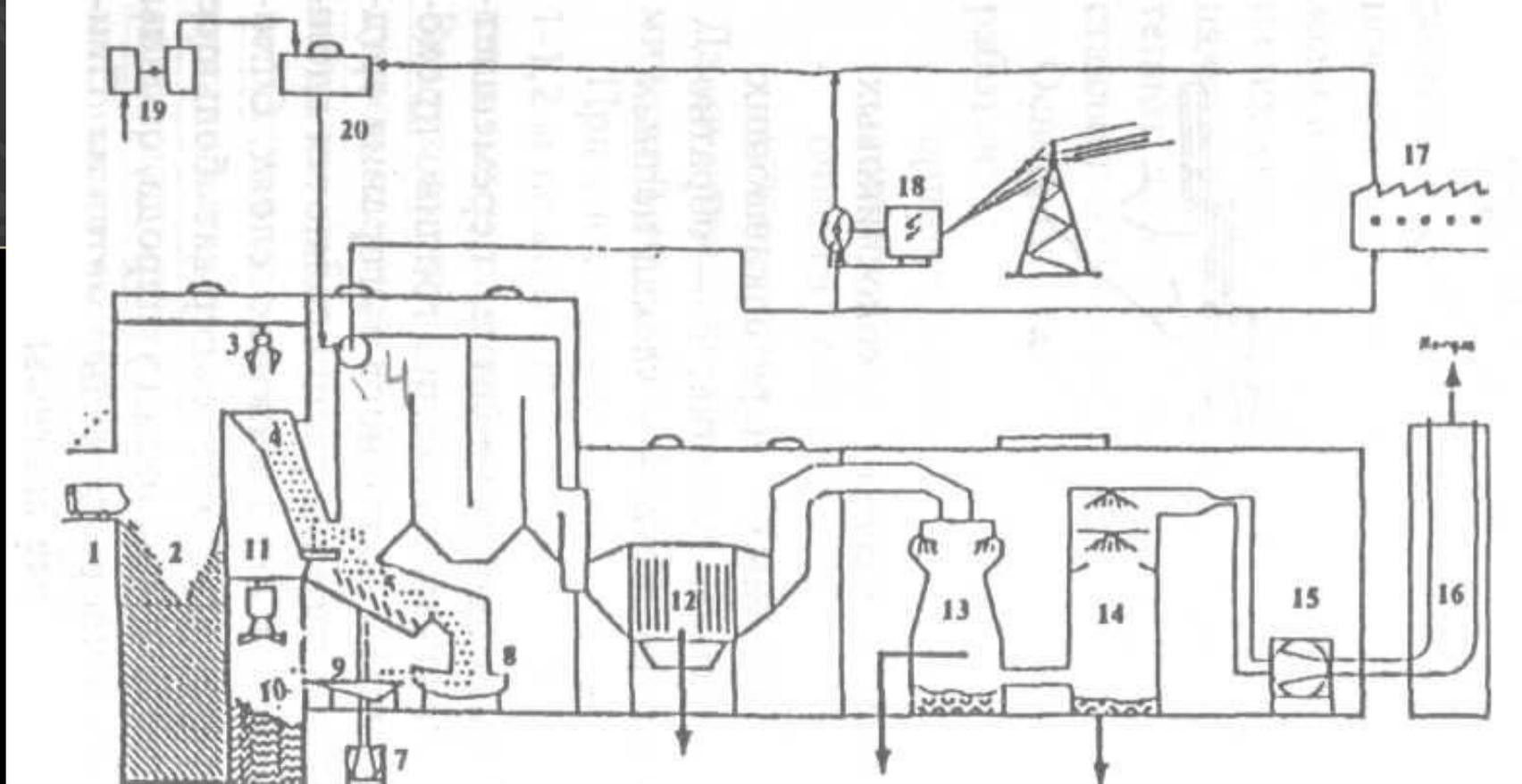
Отходящие газы топок содержат токсичные газовые компоненты, твердые частицы золы и сажи.

Шлаки, образовавшиеся при сжигании, складировуют на полигонах.

При *слоевом сжигании* отходы укладывают слоем высотой 1-1,2 м на колосниковую решетку и через ее отверстия продувают воздух, сжигание происходит при температуре 800-1000 °С.

Воздух должен обеспечить сжигание топлива в слое, а смесь продуктов сгорания с воздухом должна содержать достаточное количество избыточного кислорода для полного сжигания летучих веществ в пламени над слоем.

Отходящие газы мусоросжигательных агрегатов содержат большое количество загрязняющих веществ: пыль, оксид углерода, оксиды азота и серы, соединения фтора и хлора, тяжелые металлы. Применяемые на заводах многоступенчатые системы очистки не позволяют добиться нормативных показателей выбросных потоков, что делает обязательным установку труб для рассеивания загрязнений.



Технологическая схема мусоросжигательного завода:

1- разгрузочная площадка; 2- приемный бункер; 3, 11- кран; 4- загрузочная воронка;
 5- колосники; 6- паровой котел; 7- вентилятор; 8- шлакоудалитель; 9- виброжелоб;
 10- бункер для шлака; 12- электрофильтр; 13, 14- скруббер; 15- дымосос; 16-
 дымовая труба; 17- потребитель тепла; 18- производство электроэнергии; 19-
 водоподготовка; 20- резервуар питательной воды

В ряде стран практикуют сжигание отходов в стационарном кипящем слое или сжигание в циркулирующем кипящем слое.



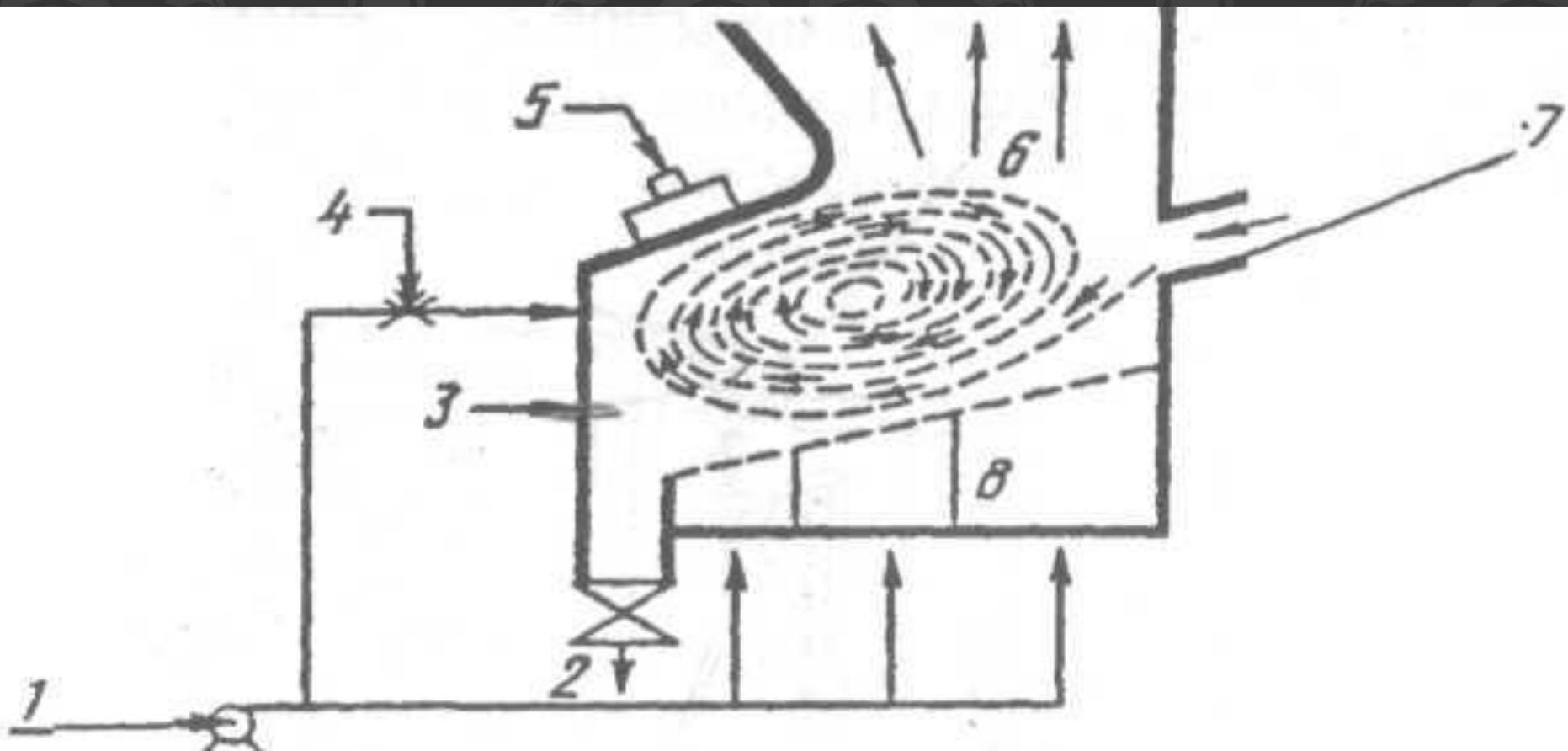


Схема кипящего слоя с внутренней циркуляцией частиц: 1 - воздух; 2 - слив золы из топки; 3 - отходы; 4 - растопочное топливо; 5 - газомазутная горелка; 6 - дымовые газы; 7 - возврат уноса; 8 - воздушные короба

Наклонная воздухораспределительная решетка выполнена в виде перфорированного листа, покрытого сеткой. Позонная подача оживающего воздуха обеспечивает большую скорость оживаения в зоне с большей высотой слоя и меньшую - в зоне, где слой ниже. Стенка котла образует козырек, отбивающий частицы на поверхность слоя, создавая таким образом циркуляцию частиц материала.

Жидкое топливо и отходы подают по трубам.

Внутренняя циркуляция увеличивает время пребывания летучих и мелких частиц, снижает их механический недожог.

Конструкция решетки позволяет выводить из слоя крупные куски золы, металла и другие предметы, находящиеся в городских отходах.

В реакторе с кипящим слоем в качестве инертного материала используют кварцевый песок.

Установка производит 10900 МВт ч/год электроэнергии.

Отходящие газы после очистки содержат пыли до 10 мг/нм³, SO₂ до 50 мг/нм³

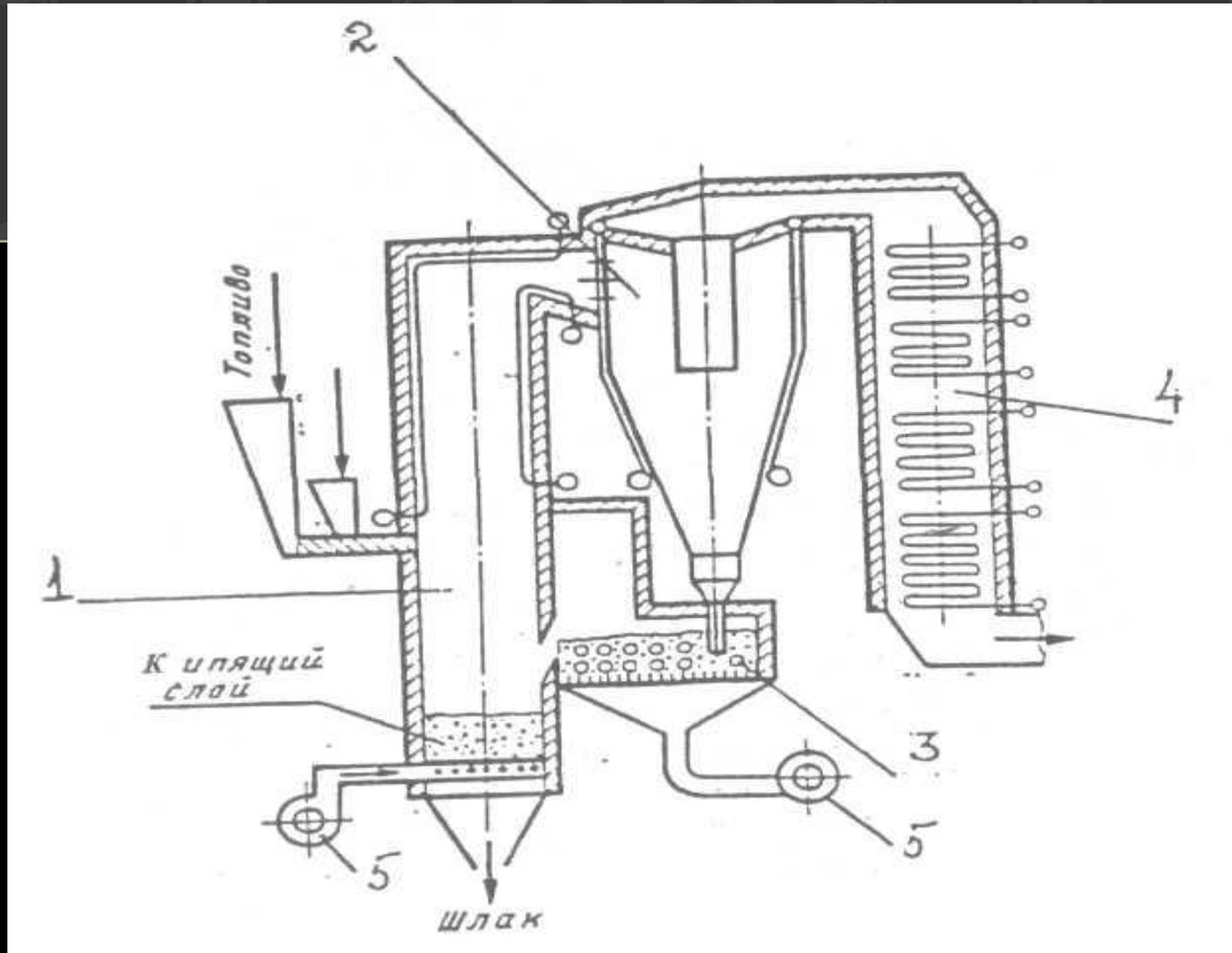


Рис. Котел с циркуляционным кипящим слоем:

1- топка; 2- циклон; 3- псевдожидкий затвор; 4- конвективный газоход; 5- вентилятор

На рис. показана схема установки газификации бытовых и промышленных отходов в смеси с углем, разработанная шведской фирмой «Мотала Веркстад». Установка пиролиза рассчитана на переработку 100 т/сут отходов. Примерный состав отходов: 73% ТБО, 7% резинотехнических изделий, 20% каменного угля. Отходы без предварительной обработки подают в верхнюю часть газогенератора. Из отдельного бункера поступает уголь. Опускаясь, сырье проходит стадии сушки, пиролиза, затем углеродистая часть остатка подвергается восстановлению водяным паром с образованием углерода и водорода.

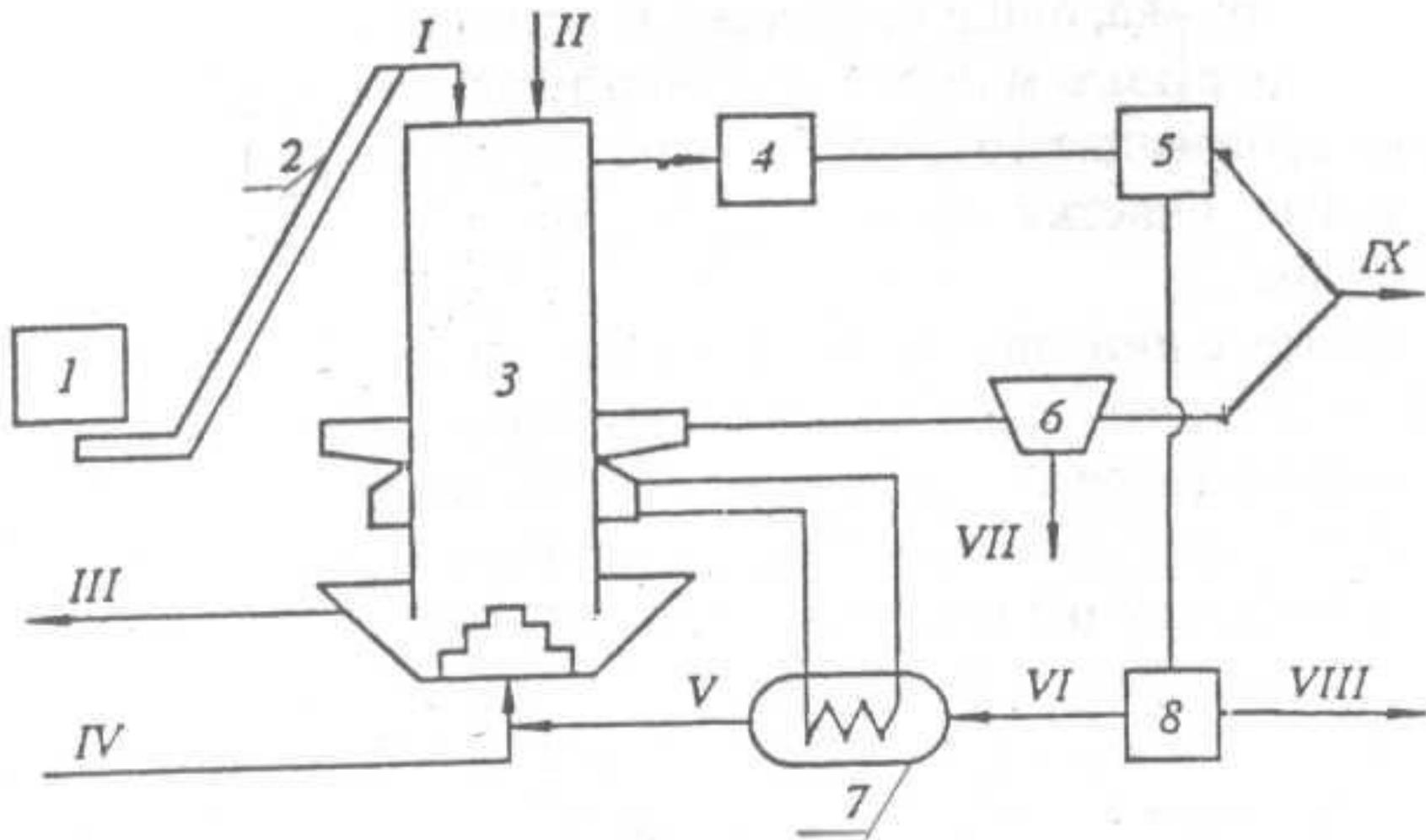


Рис. Схема процесса Пирогас: 1 – приемная станция, 2 – транспортер, 3 – газогенератор, 4 – холодильник, 5 – электрофильтр, 6 – циклон, 7 – теплообменник, 8 – соломоотделитель, I – ТБО, II – уголь, III – твердый остаток, IV – воздух, V – газ, VI – подсмольная вода, VII – пыль, VIII – смола, IX – пиролиз газа

В нижней части газогенератора оставшиеся горючие компоненты сгорают с выделением тепла. В зоне горения поддерживают температуру 1500°C . Шлак охлаждается паровоздушной смесью и выгружается. Газ выводится из верхней и центральной частей реактора. После охлаждения, выделения смолы и воды, очистки от пыли оба газовых потока объединяются. Образовавшийся газ содержит 50% азота, 20% водорода, 20% оксида углерода. Низшая теплота сгорания $5,4 - 6,3 \text{ МДж/м}^3$.

Установка, показанная на рис предназначена для *плазменной переработки ТБО и промышленных отходов*. Печь для

плазменного пиролиза состоит из футерованной камеры диаметром 1,2 м и высотой 3,5 м. Источник тепла - дуга длиной 1 м и мощностью 1 - 3,5 МВт. Несортированные отходы подают сверху и под действием собственной массы они опускаются в горячую зону. Пиролиз осуществляют регулировкой подачи в реакционную зону водяного пара.

Газы выходят из печи при температуре около 1000 °С.

Негорючие компоненты плавятся и выводятся со дна печи.

Затраты энергии составляют 500 - 700 (кВт·ч)/т ТБО. Состав

отходящих газов: H_2 - 41%, CO - 30%, N_2 - 16%, CO_2 - 8%,
другие - 5%.

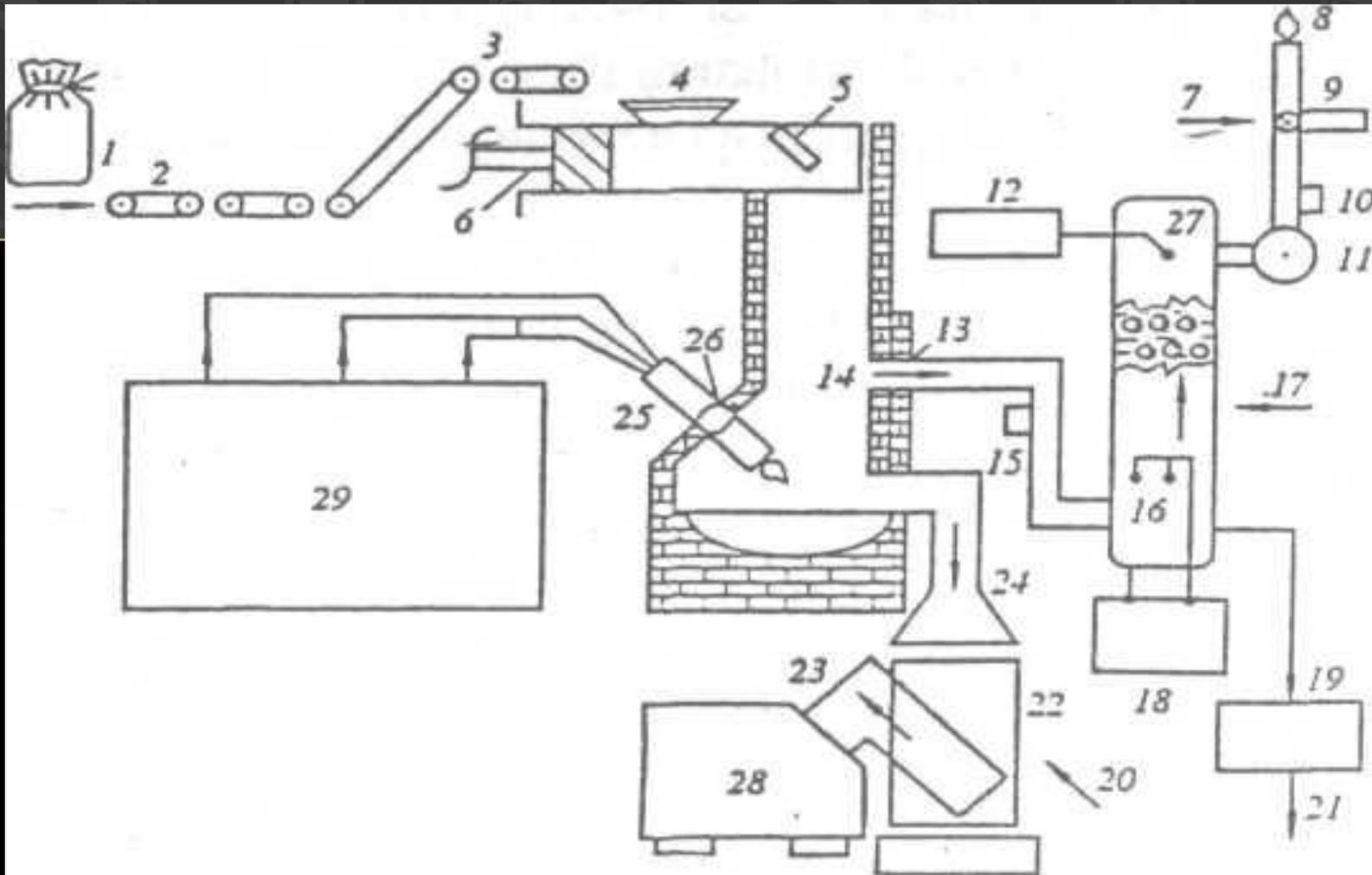


Рис. Плазмоэнергетическая система переработки отходов:

1- ТБО; 2 - подающий конвейер; 3- загрузочный механизм; 4- бункер; 5- заслонка; 6 - поршень; 7- вентиль; 8- факел; 9- газ на хранение; 10,15- место забора проб; 11- вентилятор; 12- каустическая сода, 13- печь для пиролиза; 14- газ, 16- закалка газа; 17- очистка газа; 18- теплообменник; 19- шлам; 20- подача в отвал; 21- дренаж шлама; 22- водяная ванна; 23- транспортер; 24- шлак; 25- плазменная горелка; 26- уплотнитель; 27- скруббер; 28- бункер для шлама; 29- сервисные системы пламенной горелки