

# Технологии в альтернативной энергетике

## Газификация

Газификация – это термохимический процесс превращения различных углеводородов в горючий - «генераторный газ».

Горючая часть твердого топлива (т.е. топливо, взятое без влаги W и золы A) состоит из углерода C водорода H, кислорода O, азота N и серы S.

Если подвергнуть топливо нагреванию без доступа воздуха, из него будут выделяться влага и продукты сухой перегонки. Летучая часть продуктов сухой перегонки представляет собой соединение части углерода топлива с кислородом ( $\text{CO}_2$  и  $\text{CO}$ ) и водородом ( $\text{CH}_4$  и  $\text{C}_n\text{H}_m$  в виде смол и других веществ). Следовательно, при сухой перегонке может быть получен горючий газ. Однако в этом случае большая и самая ценная часть топлива — углерод кокса останется неиспользованной. В отличие от сухой перегонки газификацией предусматривается получение газа в результате использования всей горючей части топлива.

Под газификацией обычно подразумевают процесс образования горючего газа путем окисления углерода твердого топлива кислородом воздуха или водяного пара (или же чистым кислородом).

### Типовая схема комплекса

Комплекс газозлектрогенераторный состоит из нескольких блоков соединенных между собой трубами. Комплекс имеет систему автоматики, которая отслеживает состояние комплекса, качество и объем производимого газа, нагрузку на генератор, имеется система автоматической загрузки топлива и удаление золы.



1. Измельчитель
2. Реактор газификации
3. Циклон
4. Фильтры
5. Обратный клапан
6. Ресивер
7. Газопоршневая электростанция
8. Склад топлива

### Принцип работы

Поступая со склада топливо попадает на измельчитель который измельчает массу до необходимого размера. Далее масса подается на шнековый либо ленточный транспортерный загрузчик, после которого она подается в реактор газификации.

В реакторе газификации происходит реакция химико-термического разложения топлива при неполном кислородном окислении на газовые составляющие. В результате газификации получается горючая смесь водорода,  $\text{CO}$ , метана и других негорючих газов. Это достигается за счет частичного сжигания и нагревания биомассы (используя тепло ограниченного горения). Окончательными

продуктами переработки является загрязненный генераторный газ и зола, которая периодически удаляется.

Генераторный газ подается для очистки от механических и других примесей в системе очистки: циклон, фильтры очистки. После чего уже очищенный газ подается на ресивер через обратный клапан, которые создают необходимое давление и стабилизируют перепады давления.

Очищенный и сжатый газ можно подавать как на электрогенератор (дизель-генератор) – представляющий из себя типовую газопоршневую электростанцию адаптированную к работе на генераторном газе, так и другим потребителям – например на горелки в котельных.

### **Перерабатываемое топливо**

В настоящем предложении предлагается комплекс по переработке органических веществ в синтетический газ и далее в электроэнергию. Входящим сырьем для переработки можно использовать все материалы, содержащие углеводороды и в особенно сельскохозяйственные отходы.

### **Топливом для комплекса являются:**

- отходы сельского хозяйства: солома, стебли растений.
- отходы предприятий по производству с/х продукции: лузга подсолнечника, льняная костра, початки кукурузы и подсолнечника, шелуха зерновых
- отходы древесины: древесные чурки, отходы лесозаготовок, древесная щепа, отходы деревопереработки – стружка, опилки
- В газификаторах так же можно перерабатывать и другие виды топлива:
- уголь различных марок, бурый уголь
- кокс
- горючие сланцы
- торф
- брикетированные осадки иловых полей, очистных сооружений
- резинотехнические отходы, шины
- ТБО

### **Газогенераторы прямого процесса газификации.**

В газогенераторах прямого процесса газификации подача воздуха осуществляется снизу (обычно через колосниковую решетку), а газ отбирается сверху. Непосредственно над решеткой расположена зона горения, или кислородная зона, в которой происходят окислительные процессы. За счет выделяемого при этом тепла температура в зоне достигает 1300—1700°.

Над кислородной зоной, занимающей всего лишь несколько десятков мм высоты слоя топлива, находится зона восстановления. Так как восстановительные реакции протекают с поглощением тепла, то температура в зоне восстановления понижается до 700—900°С.

Выше активной зоны располагаются зона сухой перегонки и зона подсушки топлива. Эти зоны обогреваются теплом, излучаемым топливом активной зоны, а также физическим теплом проходящих через них газов, если газоотборный патрубок расположен в верхней части газогенератора. Обычно во избежание обратных реакций газоотборный патрубок располагают на высоте, позволяющей отвести газ непосредственно по выходе его из активной зоны.

Температура в зоне сухой перегонки составляет 450—150°, а в зоне подсушки 150—100°С. Выделяющиеся в этих зонах влага топлива и летучие, включая смолы, смешиваются с генераторным газом, выходящим из активной зоны, и вместе с ним отсасываются через газоотборный патрубок.

Основным преимуществом газогенераторов прямого процесса газификации является возможность газифицировать в них высокозольные шлакующие сорта топлив, не содержащие смол.

В этом типе газогенераторов влага топлива не попадает в зону горения, поэтому воду подводят в нее специально, путем предварительного испарения и смешения с поступающим в газогенератор воздухом.

Принудительное введение в зону горения водяного пара в данном случае необходимо и полезно. Наличие водяного пара в дутье уменьшает концентрацию кислорода, поэтому температура в зоне горения понижается, в результате чего уменьшается образование шлака в газогенераторе, так как некоторая часть золы не плавится, и увеличивается срок службы деталей топливника. Водяные пары, реагируя с углеродом топлива, обогащают генераторный газ образующимся при этом водородом, что повышает мощность и экономичность двигателя.

### Газогенераторы обращенного процесса газификации.

Наличие большого количества смол в газе делает его непригодным для питания двигателя, так как при дальнейшем охлаждении газа смолы конденсируются в газопроводах и во всасывающей системе двигателя, нарушая тем самым его работу. Поэтому топливо с большим содержанием летучих газифицируют в газогенераторах не прямого, а обращенного процесса газификации. В этом типе газогенератора воздух подается в среднюю по его высоте часть, в которой и происходит процесс горения, образующиеся при этом газы отсасываются с низу. Таким образом, активная зона занимает часть газогенератора от места подвода воздуха до колосниковой решетки, ниже которой расположен зольник с газоотборным патрубком. Зона сухой перегонки и зона подсушки располагаются, как и в первом случае, выше активной зоны, но влага топлива и летучие не могут выйти из газогенератора, минуя активную зону. Проходя через зону с высокой температурой, продукты сухой перегонки подвергаются разложению, в результате чего количество смол в выходящем из генератора газе, как правило, незначительно.

### Газогенераторы поперечного процесса газификации.

В газогенераторе поперечного процесса газификации воздух подводится через фурму, расположенную сбоку нижней части газогенератора. Газоотборная решетка расположена с противоположной стороны — со стороны газоотборного патрубка. Активная зона сосредоточена на небольшом пространстве между концом фурмы и газоотборной решеткой. Над ней располагаются зона сухой перегонки и выше — зона подсушки топлива. Этот газогенератор, так же как и газогенератор прямого процесса, непригоден для газификации топлив с большим содержанием летучих, так как он не может обеспечить образования безсмольного газа.

В таблице указаны типы газогенераторов, которые пригодны для газификации того или иного вида топлива.

Характеристики топлива		Группа	Составление, %		Газогенератор			
			Летучих %	Зольн.	Обращенный		Поперечный	Прямой
					С горловиной	Без горловины		
Битуминозные (жидкотопливные)	Среднее содержание летучих 70-85%	1-й	85-70	До 4	Применяется	—	—	—
	Торф, бурый уголь	2-й	30-35	Выше 4	—	Применяется	—	—
Небитуминозные (жесткотопливные)	Среднее содержание летучих 30-35%, влажность до 10%	1-й	30-35	До 4	—	Применяется		
	Топливный уголь	2-й	15-5	Выше 4	—	—	Применяется	

Для битуминозных топлив 1-й группы, с содержанием летучих 70—85% и золы до 4%, необходим газогенератор обращенного процесса с горловиной (в камере газификации) для разложения смол.

Для битуминозных топлив 2-й группы, с содержанием золы свыше 4%, также необходим газогенератор обращенного процесса, но без горловины, чтобы не препятствовать удалению образующегося шлака.

Небитуминозные топлива 1-й группы, с содержанием летучих до 30% и золы до 4%, можно газифицировать в газогенераторах любого типа.

Различают газогенераторы с жидким и твердым удалением шлака. Битуминозные топлива обычно газифицируются в газогенераторах с вращающимся водяным поддоном, а древесина и торф — в газогенераторах большого внутреннего объема, т. к. перерабатываемое топливо имеет незначительную плотность. Мелкое топливо перерабатывается в газогенераторах высокого давления и во взвешенном или кипящем слое.

## Плазменная газификация

Данная технология использует тепло плазменной дуги для разложения топлива на химические элементы. Технология является наиболее эффективной при переработке различных отходов, включая опасные отходы, медицинские, промышленные, коммунальные, отходы резинотехнических изделий; превращая их в ценные коммерческие продукты, в том числе энергию и промышленные материалы. Технология плазменной газификации является экологически привлекательной в связи с минимальным воздействием на окружающую среду и возможность обеспечить практически полное разрушение органических веществ.

### Преимущества плазменной газификации

- Использования различного топлива, в том числе и смесь различных топлив. Сжигание жидкостей и растворов.
- Минимальная подготовка топлива. Допускается высокое содержание влаги и большие фракции, не требуется отбор железа камней и т.п.
- Практически 100% преобразование углерода
- Шлак инертен и не загрязняет почву и воду
- Синтез-газ может быть адаптирован для различных потребителей - турбины, котлы, этанол и т.д.
- Ничтожное содержание в атмосферных выбросах вредных веществ.

## Прямое сжигание в топках

Топка – один из основных элементов котельного агрегата. В ней происходит процесс горения, при котором химическая энергия топлива преобразуется в тепловую энергию продуктов сгорания, передаваемую далее жидкости и пару, находящимся в котле.

**Слоевые топки** предназначены для сжигания твердого топлива в слое на колосниковой решетке. В **камерных топках** сжигается твердое топливо во взвешенном состоянии в виде пыли и дробленых частиц, а также жидкое, распыляемое с помощью форсунок, и газообразное. Камерные топки подразделяются на **факельные и вихревые**.



Рис. 15.1. Схемы способов сжигания твердого топлива  
 а – слойный, б – факельный, в – вихревой, 1 – топливо, 2 – воздух

В зависимости от способа организации процесса сжигания топлива слоевые топки можно разделить на три группы:

- с неподвижной колосниковой решеткой и неподвижным слоем топлива;
- с неподвижной колосниковой решеткой и перемещением топлива по решетке;
- с подвижной колосниковой решеткой и движущимся вместе с ней слоем топлива.