

«Сейфуллин окулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.1, Ч.V. - Б. 223-225

МЕТОДЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ КОНВЕРСИИ БИОМАССЫ

*Демисенов И.М., докторант 2 курса
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г.Нур-Султан*

В данной статье рассмотрены наиболее важные методы термической конверсии биомассы, такие как: гидротермальная карбонизация, торрефикация, медленный пиролиз (карбонизация), быстрый пиролиз, газификация, сверхкритическая паровая газификация, высокотемпературная паровая газификация и сжигание, были собраны, сравнены и ранжированы в соответствии с повышением температуры.

Используемые в настоящее время методы термической конверсии биомассы включают сжигание, газификацию, биокарбонизацию, торрефикацию, сухую перегонку и пиролиз. В отношении отходов биомассы эти процессы иногда называют рециркуляцией энергии (прямое сжигание, сжигание после газификации), рециркуляцией материалов (газификация, торрефикация, сухая перегонка и пиролиз) и химической рециркуляцией (производство биокарбоната, газов (CO, H₂, CH₄ и др.).

В зависимости от температуры и количества кислорода, участвующего в термическом разложении биомассы, возможны следующие варианты процесса: сушка, торрефикация, карбонизация, пиролиз, газификация и сжигание, которые можно охарактеризовать следующим образом:

Гидротермальная карбонизация (ГТК) (180–250°C)
+ горячая вода под давлением.

$CH_{1,4} O_{0,6} + H_2O \rightarrow \text{углеводород} + \text{газообразные и жидкие остатки}$.

1. *Торрефикация*: Биомасса (200–300°C) \rightarrow 30% (газы + летучие вещества) + 70% торрефицированной биомассы.

$CH_{1,4} O_{0,6} \rightarrow C_{0,7} H_{10} O_{0,4}$ (твердое вещество) + $C_{0,3} H_{0,4} O_{0,2}$ (газ)

2. *Медленный пиролиз (карбонизация)*: Биомасса + O₂ (небольшое количество в начале) (280–550°C) \rightarrow биоуголь.

$\text{CH}_{1,4} \text{O}_{0,6} \rightarrow \text{C} + \text{смола} + 0,6\text{H}_2\text{O} + 0,1\text{H}_2$ и другие продукты газоснабжения.

3. *Быстрый пиролиз*: Биомасса (500–800°C) → биоуголь+масло+горючий газ

$\text{CH}_{1,4} \text{O}_{0,6} \rightarrow$ около 200 различных летучих соединений (нефть, смола) +C+CO+H₂O+H₂+и другие горючие газы

4. *Газификация*: Биомасса+O₂ (количествоограничено)(800–1000°C) →горючийгаз.

$\text{CH}_{1,4} \text{O}_{0,6} + 0,2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 0,7 \text{H}_2$ (теоретически),

$\text{CH}_{1,4} \text{O}_{0,6} + 0,4\text{O}_2 \rightarrow 0,7 \text{CO} + 0,3\text{CO}_2 + 0,6 \text{H}_2 + 0,1\text{H}_2\text{O}$ (технически).

5. *Сверхкритическаяпароваягазификация*: Биомасса+H₂O → H₂+CO₂

$\text{CH}_{1,4} \text{O}_{0,6} + 1,4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 2,1\text{H}_2$.

6. *Высокотемпературнаяпароваягазификация*: Биомасса+H₂O(>1000°C) → CO₂+H₂

$\text{C}_m \text{H}_n + 2m\text{H}_2\text{O} \rightarrow m\text{CO}_2 + (2m + n/2) \text{H}_2$

В зависимости от коэффициента количества кислорода, израсходованного в процессе термического разложения биомассы φ, представляющего собой отношение массы подаваемого в процессе кислорода к количеству биомассы, процесс изменяется от пиролиза через газификацию до полного сжигание биомассы. Полное сгорание биомассы происходит при стехиометрическом количестве кислорода или воздуха, которым соответствуют коэффициенты: φ_с=1,476, для чистого кислорода и φ_с=6,36 для воздуха.

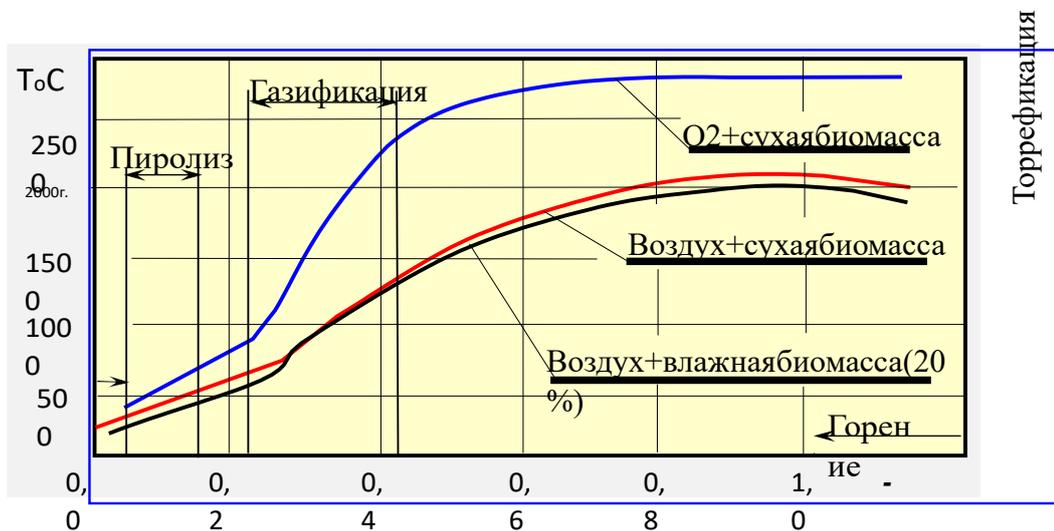


Рис 1. Влияние количества потребленного кислорода или воздуха, выраженное относительным кислородным фактором Φ , на процесс термической деградации биомассы, включая процессы торрефикации, гидротермальной карбонизации (ГТК), пиролиза, газификации и горения на основе

1. Технология гидротермальной карбонизации подразумевает процесс, при котором влажная биомасса преобразуется в богатое углеродом, плотное энергетическое топливо, называемое гидрокарбонатом с выделением технической воды. Термодинамические свойства воды сильно изменяются в докритической области от 180 до 280°C, и в результате эта докритическая вода ведет себя как неполярный растворитель с высокой ионной активностью. В ходе процесса биомасса подвергается быстрому гидролизу и производит твердый гидрокарбонат.

2. Торрефикация – процесс «мягкого» пиролиза биомассы, нагрева без доступа воздуха, который протекает при температурах 200-320°C и атмосферном давлении в течении 30-90 минут. В процессе торрефикации извлекается влага, а также летучие вещества, образующиеся в ходе частичного разложения цепочек полимеров – целлюлозы и лигнина. Это уменьшает массу сырья на 20-30%, а энергоёмкость увеличивает на 10%. Большая потеря массы по сравнению с потерей энергии приводит к увеличению удельной теплоты сгорания конечного продукта по сравнению с исходным сырьем.

3. Медленный пиролиз характеризуется низкими температурами процесса и является обычной практикой для получения твердого топлива из биомассы. Этот способ характеризуется минимальным выходом пиролизного газа с максимальной теплотой сгорания и максимальным выходом жидких и твердых остатков.

4. Быстрый пиролиз – это процесс, заключающийся в нагревании органических материалов без воздуха для выработки органических паров, которые можно конденсировать для получения жидкости – пиролизных

масел. До 70% от массы сухого сырья преобразовывается в жидкость темного цвета, почти не содержащей минералов и серы.

5. Газификация - преобразование органической части твёрдого или жидкого топлива в горючие газы при высокотемпературном нагреве с окислителем (кислород, воздух, водяной пар, CO_2 или, чаще, их смесь). Полученный газ называют генераторным по названию аппаратов, в которых проводится процесс — газогенераторов. Сырьём для процесса обычно служат каменный уголь, бурый уголь, горючие сланцы, торф, дрова, мазут, гудрон. Совокупность процессов, протекающих в ходе газификации твёрдых горючих ископаемых — пиролиз, неполное горение, полное окисление — называют конверсией

6. Сверхкритическая паровая газификация является перспективной технологией с точки зрения преобразования угля, биомассы, или органических отходов в смесь горючих газов (H_2 , CO). В результате можно получить газ с высокой теплотой сгорания при утилизации низкокалорийных топлив. Вода при сверхкритических параметрах представляет собой одну фазу, которая обладает характеристиками как газа, так и жидкости, таким образом отсутствует граница раздела жидкость / газ. При осуществлении сверхкритической газификации органические вещества (C, H и O) преобразуются в смесь газов (в основном в H_2 и CO_2), а другие элементы, поступающие с исходным сырьём, например, N, S, P, As и Hg выпадают в виде осадка неорганических солей. Отделение CO_2 от H_2 является достаточно простым, растворимость сильно зависит от давления и температуры при приближении к критической области.

7. Технология высокотемпературной газификации отличается сокращенным временем пребывания, повышенной скоростью реакции, повышенной пропускной способностью реактора и тем самым повышенной производительностью установки, повышенной степенью конверсии углерода, повышенной эффективностью установки и улучшенным качеством синтез-газа.

Список использованной литературы

1 Witold M. Lewandowski, Michal Ryms, Wojciech Kosakowski – “Thermal Biomass Conversion: A Review.”.

2 Lewandowski W., Radziemska E., Ryms M., Ostrowski P. – “Modern methods of thermochemical biomass conversion into gas, liquid and solid fuels”.

3 Косов В.В. – “Экспериментальные исследования процессов комплексной переработки биомассы в синтез – газ и углеводородные материалы.”.

4 Hitzl M., Corma Canos A., Pomares Garcia F., Renz M. – “The hydrothermal carbonization (HTC) plants as a decentral biorefinery for wet biomass”.

5 Bridgwater A. V. – “The production of biofuels and renewable chemicals by fast pyrolysis of biomass”.

6Голубев В. А. – “Обоснование и совершенствование способов энергетического использования растительных отходов.”.