

Тепловая эффективность газификации влажной биомассы

Хутская Н. Г., Космачева Э. М.

Белорусский национальный технический университет

В качестве основных уравнений, выражающих связь между составом органической массы древесины и полученным из нее газом, предлагаются следующие [1]:

- уравнение баланса углерода
- $\alpha \text{ CO}_2 + \beta \text{ CO} + \delta \text{ CH}_4 = 42; \quad (1)$

- уравнение баланса водорода
- $2 \delta \text{ CH}_4 + h \text{ H}_2 = 30 \pm X; \quad (2)$

- уравнение баланса азота
- $Y \text{ N}_2 = 26,5 + 1,88 (\alpha \text{ CO}_2 - \delta \text{ CH}_4 \mp X); \quad (3)$

- $\frac{\beta \text{ CO}}{\alpha \text{ CO}_2} = m; \quad (4)$

- $\frac{\alpha \text{ CO}_2 + \beta \text{ CO} + \delta \text{ CH}_4}{2 \delta \text{ CH}_4 + h \text{ H}_2} = \frac{42}{30 \pm X} = n. \quad (5)$

Здесь $\alpha, \beta, \delta, h, Y$ - число молей соответственно $\text{CO}_2, \text{CO}, \text{CH}_4, \text{H}_2, \text{N}_2$, полученных при газификации одного моля органической массы топлива; X - количество молей водорода, выделившихся при разложении гигроскопической влаги (знак плюс) или окислившись в воду из органической массы (знак минус).

Для древесного газа практические пределы изменения величин m и n следующие [1]: а) $m = 1,0 \dots 1,7$. При низких температурах m ближе к 1,0, а при сухом топливе и подогреве воздуха m ближе к 1,7, б) $n = 1,3 \dots 1,8$. При высокой температуре в активном слое n ближе к 1,8, а при большой влажности топлива и отсутствии подготовки в бункере n стремится к 1,3.

Для определения состава газа решается система уравнений (1) – (5). Результаты расчета состава газа – продукта газификации древесины, для различной ее влажности W^P , представлены в таблице.

СОСТАВ ГАЗА (продукта газификации древесины), в %						
Наименование компонента	при влажности древесины W^p , %					
	10	15	20	25	30	35
CO ₂	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2
CO	19,1	19,3	19,5	19,6	19,7	19,9
CH ₄	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0
H ₂	14,9	16,1	17,6	18,4	19,2	20,2
N ₂	51,5	49,9	48,1	47,1	46,0	44,8
ВСЕГО:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Расчет рабочего процесса газификации древесины проверяется составлением материального и теплового балансов.

В материальном балансе учитываются все вещества, вводимые и отводимые из газогенератора, а также и влагосодержание газа. Соответственно этому, приходными статьями материального баланса являются топливо, воздух и влага, а расходными считаются генераторный газ, недожог, зола и влага.

Теплота, выделившаяся и поглощенная в результате химических реакций процесса, подсчитывается в тепловом балансе и дает возможность определить температуру газа и КПД газогенератора.

Для оценки степени использования твердого топлива (древесины) в газогенераторе определяется его КПД [1]

$$\eta_{\Gamma\Gamma} = \frac{Q_n E}{Q_n^p}, \quad (6)$$

где Q_n – низшая теплота сгорания газа, кДж/м³; E – выход газа с 1 кг древесины, м³/кг; Q_n^p – низшая теплота сгорания 1 кг древесины, кДж/кг.

Для древесины [3]

$$Q_n^p = 4,19 \left(4370 - 50 W^p \right) \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}. \quad (7)$$

Для оценки процесса газификации можно также пользоваться термохимическим коэффициентом полезного действия газогенератора $\eta_{\Gamma\Gamma}^{\text{ТХ}}$, представляющим собой отношение низшей

теплоты сгорания газа (продукта газификации) к теплоте углерода $Q_{\text{угл}}$, пошедшего на его образование:

$$\eta_{\text{ГГ}}^{\text{ТХ}} = \frac{Q_{\text{H}}}{Q_{\text{угл}}}; \quad (8)$$

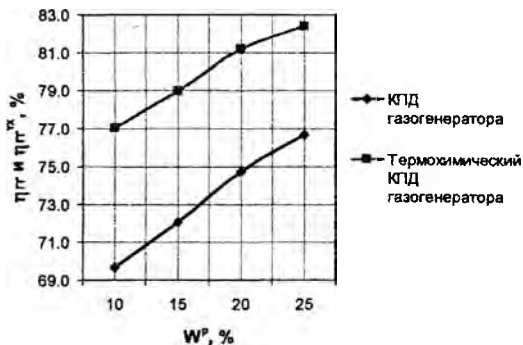
$$Q_{\text{угл}} = \frac{12}{100 \cdot 22,4} \left(\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{CH}_4 \right) 33939, \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}. \quad (9)$$

Исследования показывают [1], что при обратном процессе увеличение влажности оказывает существенное влияние на протекание реакций в активной зоне генератора. С увеличением влажности топлива химический состав газа ухудшается, снижается термический коэффициент полезного действия газогенератора, увеличивается расход топлива.

При относительно невысокой начальной влажности древесины ($W^p = 10 \dots 30\%$) в результате подсушки ее в соответствующей зоне в составе газов, движущихся в зону восстановления,

присутствует водяной пар. Его тем больше, чем выше W^p , что стимулирует (в пределах $W^p < 30\%$) протекание реакций, улучшает состав газа, повышает КПД газогенератора.

Зависимость КПД газогенератора от влажности древесины ($W^p < 30\%$)



Литература

1. Коллеров, Л. К. Газомоторные установки / Л. К. Коллеров. — М.: Машгиз, 1951. — 239 с.