

УДК 662.747

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИРОЛИЗНЫХ КОТЛОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ГОРЕНИЯ

Ролейно Т.Г., Самойленко Е.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Космачёва Э.М.

Пиролизный котёл — разновидность твердотопливного, как правило, водогрейного котла, в котором топливо (например, дрова) и выходящие из него летучие вещества сгорают отдельно. Фактически, пиролиз (разложение и частичная газификация под действием нагревания) происходит при любом способе сжигания твёрдого органического топлива.

Дрова (или другое твёрдое топливо) загружаются на колосниковую решетку (рисунок 1). Их поджигают, дверца закрывается и запускается дымосос. При недостатке

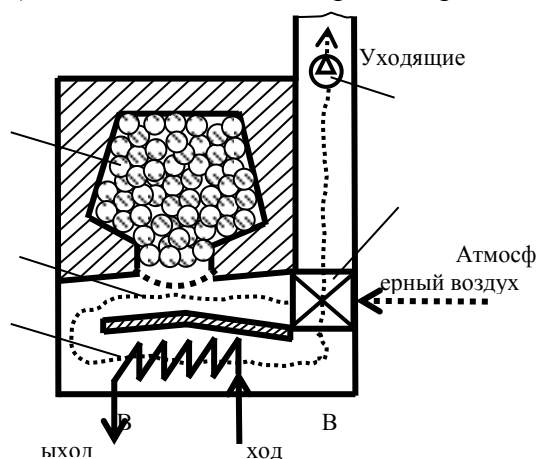


Рисунок 1. Принципиальная схема пиролизного котла
1 – камера пиролиза топлива; 2 – камера горения продуктов пиролиза; 3 – газоход догорания продуктов пиролиза с теплообменным устройством; 4 – регенеративный воздухоподогреватель; 5 - дымосос

воздуха и под действием высокой температуры (200...500 °С) происходит выделение древесного газа, то есть происходит пиролиз. Выделившиеся продукты (в основном углеводороды, окись углерода и водород, плюс водяные пары, образовавшиеся из влаги топлива, а также азот из первичного воздуха) поступают под колосник. Там к продуктам пиролиза подмешивается вторичный воздух, в котором горючие компоненты продуктов пиролиза сгорают. Часть теплоты при этом возвращается к нижнему слою дров и поддерживает пиролиз. Полученное тепло может быть использовано для нагрева любых теплоносителей (воды, воздуха).

На рисунке 2 приведены данные по составу летучих в зависимости от температуры термического разложения абсолютно сухой древесины (а.с.д.) [2]. Как видно из рисунка более активный выход и качество продуктов пиролиза обеспечивается при температуре 600...700 °С.

Обычный диапазон загрузки котлов может составлять 50...100 %. При этом КПД котла сохраняется на уровне 85...92 %.

Регулируемый (подачей первичного воздуха) процесс горения позволяет котлу работать с одной закладки достаточно длительное время, до 12 часов. Для сравнения у обычных дровяных котлов порядка 3...4 часов.

Двухступенчатое сжигание позволяет снизить избыток воздуха в

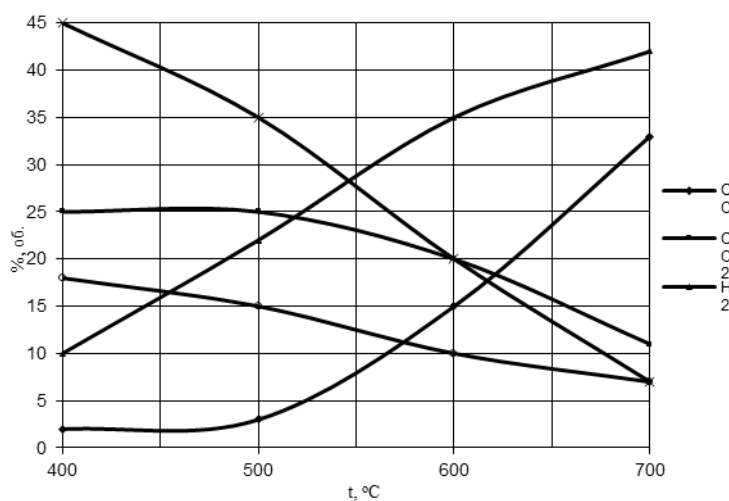


Рисунок 2. Состав летучих в зависимости от температуры термического разложения абсолютно сухой древесины

уходящих газах, т.е. снизить потерю теплоты с ними, а значит повысить КПД котла.

Для номинальной тепловой мощности котла $Q_{\text{НОМ}}$ и установленного температурного графика сетевой воды расход ее найдется по выражению

$$G_{\text{с.в}} = \frac{Q_{\text{НОМ}}}{c_{\text{р воды}}(t''_{\text{в}} - t'_{\text{в}})}, \quad (1)$$

где $t'_{\text{в}}$ и $t''_{\text{в}}$ - температура прямой и обратной сетевой воды приняты, соответственно, 65 и 90 °С; $c_{\text{р воды}} = 4,19$ кДж/(кг * К) - массовая теплоемкость воды.

Зная удельный расход воды на 1 кг древесины $g_{\text{в}}$, кг/кг, можно найти ее расход для заданной номинальной мощности $Q_{\text{НОМ}}$ котла

$$G_{\text{др}} = \frac{G_{\text{с.в}}}{g_{\text{в}}} \quad (2)$$

Время функционирования котла под одну закладку дров $G_{\text{закл}}$ составит

$$\tau = \frac{G_{\text{закл}}}{G_{\text{др}}} \quad (3)$$

Результаты расчета расхода древесины с различной влажностью W^p и времени работы котла представлены в таблице 1 и на рисунках 3 и 4. За основу были приняты номинальная мощность котла $Q_{\text{НОМ}} = 30$ кВт и масса одной закладки дров $G_{\text{закл}} = 100$ кг.

Таблица 1. Результаты расчета расхода древесины и времени фун-ия котла на одной закладке

Наименование величины	Обозначение	Влажность древесины W^p					
		0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Номинальная тепловая мощность котла, кВт (принята)	$Q_{\text{НОМ}}$	30	30	30	30	30	30
Расход сетевой воды в системе теплоснабжения, кг/с	$G_{\text{с.в}}$	0,286	0,286	0,286	0,286	0,286	0,286
Удельный (на 1 кг влажной древесины) расход воды через котел, кг/кг	$g_{\text{в}}$	89,7	81,6	73,7	66,0	58,4	51,0
Расход древесины в котле принятой теплопроизводительности, кг/ч	$G_{\text{др}}$	11,5	12,6	14,0	15,6	17,7	20,2
Масса древесины в одной закладке, кг (принята)	$G_{\text{закл}}$	100	100	100	100	100	100
Время функционирования котла на одной закладке, ч	τ	8,7	7,9	7,2	6,4	5,7	4,9

Как видно из результатов исследования со снижением влажности древесины до состояния воздушно сухой ($W^p = 15...20$ %) расход её на котёл принятой теплопроизводительности примерно в два раза меньше, чем для свежесрубленной ($W^p > 40$ %) (рисунок 3), а время функционирования котла на одной закладке возрастает в два раза (рисунок 4).

Процесс горения пиролизных газов легко поддается регулированию, что позволяет автоматизировать работу такого котла приблизительно в той же степени, что и работу газовых или жидкотопливных котлов.

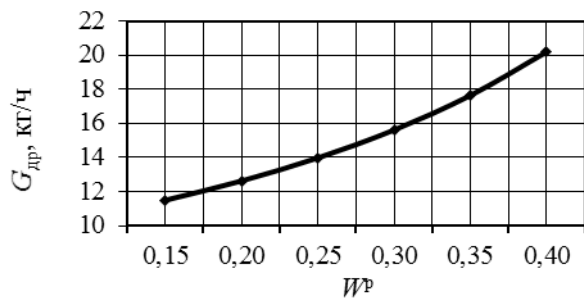


Рисунок 3. Зависимость расхода древесины котел теплопроизводительностью 30 кВт от ее влажности

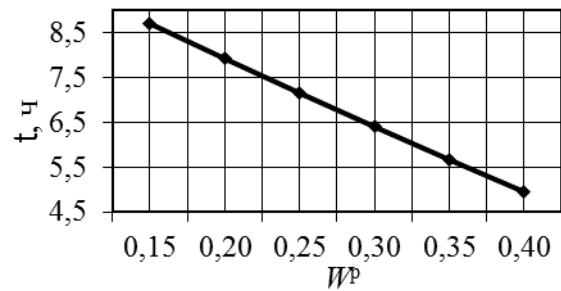


Рисунок 4. Зависимость времени функционирования котла на закладке 100 кг древесины от ее влажности

К недостаткам пиролизных котлов можно отнести более высокую (в 1,5...2 раза) стоимость по отношению к обычным дровяным котлам, требовательность к влажности топлива (желательна воздушно сухая древесина), необходимость дымососа, а значит дополнительных энергозатрат.

Литература

3. Бекаев, Л.С. Мировая энергетика и переход к устойчивому развитию / Л.С. Бекаев, О.В. Марченко, С.П. Пинегин и др. – Новосибирск: Наука, 2000. – 300 с.
4. Леонтьев А.К. К расчету температурного режима и состава генераторных газов при автотермическом способе газификации древесины // Технологии и оборудование: Информационный бюллетень. – 2003. - №4.
5. <http://sdelatotoplenie.ru/piroliznye-kotly-promyshlennogo-naznacheniya.html>
6. http://teplowood.ru/piroliznye-kotly-dlitelnogo-goreniya.html#h2_1