

По результатам визуальных наблюдений можно отметить следующее. Во-первых, ВЭУ плохо ориентируется на направление ветра. При боковом ветре ВЭУ не разворачивается из-за малой ометаемой площади. Кроме этого, при ориентировании на направление ветра ВЭУ за счет инерции проходит оптимальное положение. Так как ветер часто менял направление и скорость, то ВЭУ практически не успевала ориентироваться и, соответственно, не вырабатывала энергию. Поэтому необходимо добавить в конструкцию ВЭУ устройство для ориентации на направление ветра. Во-вторых, отсутствие жестких соединений в конструкции ВЭУ негативно сказывается на ее работе. Валы шнеков перекосились, и из четырех шнеков, как правило, работали один или два, то есть те шнеки, у которых перекося валов был минимальным. В связи с этим, рекомендуется использовать жесткую конструкцию рамы ВЭУ.

Таким образом, при практической эксплуатации в конструкции ВЭУ выявлены недостатки, которые в условиях уральского региона препятствуют нормальной работе ВЭУ. Поэтому полученная эффективность данной ВЭУ является крайне низкой.

УДК 536.7 (075.8)

Носов А. А., Кувалдин А. Е., Нохрин И. А., Чернышев В. А.,
Волкова Ю. В., Дубинин А. М., Тупоногов В. Г.
Уральский федеральный университет
vladchernyshev1992@gmail.com

ТВЕРДООКСИДНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ НА ПРОДУКТАХ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ

Аннотация. В данной работе рассмотрен вариант твердооксидного топливного элемента (ТОТЭ) на продуктах газификации угля. Приведена методика расчета расхода угля для работы данной энергетической установки при известном расходе синтез-газа для работы топливного элемента. Рассмотрены перспективы использования топливного элемента на продуктах газификации угля в малой энергетике.

Для энергетической установки на базе ТОТЭ используется синтез-газ. Обычно его получает путем конверсии метана [1]. КПД электрохимического генератора в энергетических установках на базе ТОТЭ достаточно высок (50-70 %) [2], однако одной из проблем является способ получения синтез-газа.

В нашей работе был рассмотрен вариант получения синтез-газа путем газификации угля. Газификацию угля предполагается проводить в газогенераторе с автотермичным кипящим слоем (рис. 1).

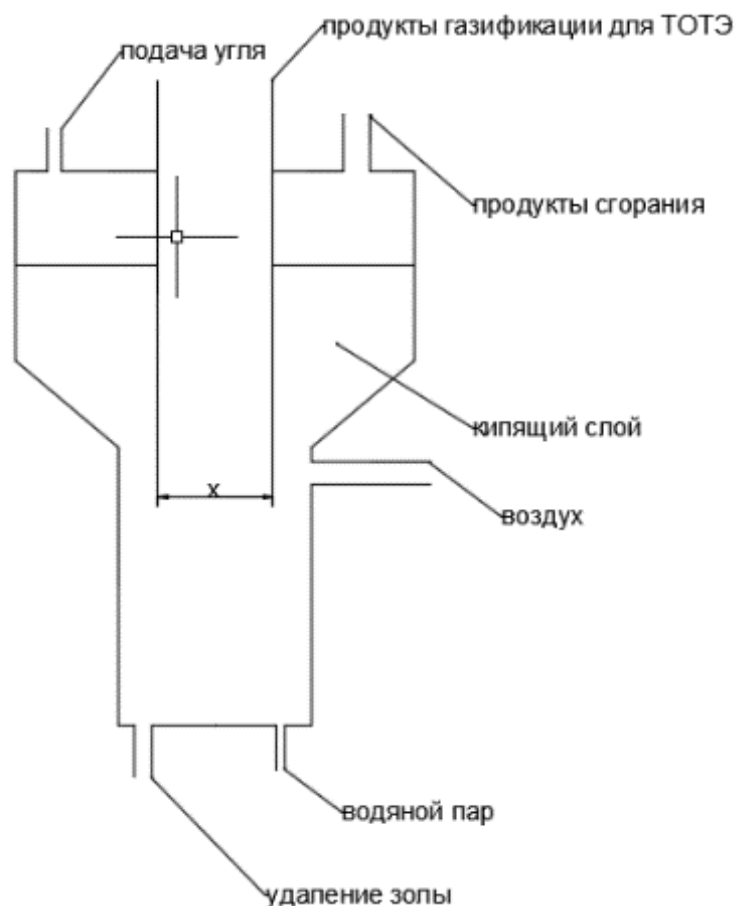


Рис. 1. Газификатор угля с автотермичным кипящим слоем

В ходе расчета расхода угля задавались следующими параметрами: температурой газификации – t , расходом синтез-газа – для энергетической установки [3].

Уравнение теплового баланса газогенератора:

$$(1-x) \cdot q_1 \cdot (1-q_3-q_4-q_5-q_6) + q_7 + q_8 + q_9 \cdot (1-x + q_{10} + q_{11} \cdot (1-q_3)) + q_B^* = \\ = [(1-x) \cdot c_c + x \cdot c_r + c_n] \cdot t + q_2 \cdot \left(1 - \frac{\bar{r}_n}{r_n^0}\right) + q_{11}, \quad (1)$$

где q_1 – тепло экзотермической реакции горения продуктов газификации, кДж/кг; q_2 – теплоэндотермической реакции газификации, равное 10950 кДж/кг; q_3, q_4, q_5, q_6 – потери тепла от химического, механического недожогов, в окружающую среду через обмуровку и с золой, кДж/кг; q_7, q_8, q_9, q_{10} – поступление тепла с сухим углем, влагой угля, воздухом и паром, кДж/кг; q_{11} – затраты тепла на нагрев, испарение и перегрев влаги угля, кДж/кг; $q_{11} = 14237$ кДж/кг – теплота сгорания летучих газов [4]; $q_B^* = 375$ кДж/кг – тепло вносимое воздухом, необходимым для сгорания летучих газов; $q_1, q_2, q_7 - q_{11}, q_{11}, q_B^*$ значения отнесены к массе исходного углерода; c_r, c_c, c_n – удельные теплоемкости продуктов газификации, сгорания продуктов газификации и летучих газов, отнесенные с исходной массе углерода топлива, кДж/(кг·К); x – доля продуктов газификации, отводимых для дальнейшего использования по центральной трубе; t – температура кипящего слоя, °С; \bar{r}_n – концентрация водяного пара на выходе из кипящего слоя, м³/м³; $r_n^0 = 1$ м³/м³ – концентрация водяного пара на входе в кипящий слой.

При известных остальных параметрах из данного теплового баланса была найдена доля $x = 0,5$ продуктов газификации (синтез-газ), которые поступали в энергетическую установку.

При известной доле продуктов газификации, поступающих в трубу газогенератора, находится полный расход продуктов газификации. Расход угля находится по следующей реакции газификации:



Так как из 1 моля исходного углевода получается по одному молю CO и H₂, а расход синтез газа и его состав известен при данной температуре газификации.

На данный момент технология получения синтез-газа газификацией угля значительно сложнее, чем путем конверсии природного газа. Энергетические установки на базе твердооксидного топливного элемента на угле могут применяться в области малой энергетики в отдаленных районах нашей страны, где нет возможности использовать газ. КПД ТОТЭ значительно выше, чем у дизель генераторов [2]. Принцип работы ТОТЭ предполагает прямое преобразования химической энергии реакций в электрическую. Уже были проведены испытания энергетических установок на природном газе мощностью 5 кВт.

Список использованных источников

1. Баскаков А. П., Волкова Ю. В. Физико-химические основы тепловых процессов. Учебное пособие для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника». М. : Теплотехник, 2013. 172 с.
2. Расчет коэффициента полезного действия гибридной электростанции с высокотемпературным топливным элементом / Н. В. Коровин, А. С. Седлов, Ю. А. Славнов, В. Д. Буров // Теплоэнергетика. 2007. Т. 2. С. 49-53.
3. Баскаков А. П., Волкова Ю. В., Плотников Н. С. Оптимальная степень химической регенерации в твердооксидных топливных элементах // Инженерно-физический журнал. 2013. № 4. Т. 78. С. 741-750.
4. Тепловой расчёт котлов. (Нормативный метод). 3-е изд., перераб. и доп.. СПб. : НПО ЦКТИ, 1998.

УДК 504.06+628.3

Панфилова Ю. О., Иванцова М. Н., Селезнева И. С.
Уральский федеральный университет
i.s.selezneva@urfu.ru

АНАЭРОБНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. Исследование направлено на поиск путей практического применения анаэробной очистки сточных вод на предприятиях молочного производства. Результатом исследования является разработка технологического процесса с использованием анаэробного реактора Biomar. В работе произведено масштабирование опытно-промышленной установки по очистке сточных вод молочного