

Е. С. Зайцева, А. В. Гордеев, К. С. Левончук, Т. В. Борисова
Нижегородский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Нижний Новгород
katya_zajceva_98@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

В работе рассмотрен образец газогенераторной установки, у которого в ходе испытаний были выявлены недостатки. После модернизации этой установки были проведены новые эксперименты, полученные результаты проанализированы, что позволило установить необходимые расходы воды и воздуха для оптимального процесса газогенерации с максимальной калорийностью газа и минимальным выходом смолы.

Ключевые слова: *газогенераторная установка; генераторный газ; калорийность; смола.*

E. S. Zaitseva, A. V. Gordeyev, K. S. Levonchuk, T. V. Borisova
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,
Nizhny Novgorod

ENHANCING THE INDICATORS OF ENERGY EFFICIENCY OF GAS-GENERATING INSTALLATION

The paper considers a sample of a gas-generating unit, in which shortcomings were identified during the tests. After the modernization of this installation, new experiments were carried out, the results obtained were analyzed, which made it possible to establish the necessary flow rates of water and air for an optimal gas generation process with a maximum gas calorific value and a minimum resin yield.

Keywords: *gas generator; generator gas; calorie content; resin.*

Постоянный рост стоимости жидких топлив и природного газа, а также ограниченность их запасов, требует новых источников

получения тепловой и электрической энергии. На этом фоне одним из решений становится повышение энергоэффективности и освоение источников энергии, основанных на возобновляемых ресурсах. Достоинствами альтернативных источников энергии являются: неисчерпаемость, возобновляемость и востребованность большинства их видов, а также низкие эксплуатационные затраты и экологичность. Одним из таких источников энергии является генераторный газ, получаемый из измельченной древесины.

Авторами был разработан опытный образец газогенераторной установки (ГГУ) и внесены изменения в конструкцию, т. к. после ряда испытаний были выявлены недостатки, влияющие на безопасность эксплуатации и калорийность получаемого газа [1]. Чтобы выполнить требования по герметичности газогенератора, являющегося аппаратом с взрывоопасным газом, т. е. исключить поступление воздуха в него при загрузке сырья и выгрузке зольного остатка, в верхней части был установлен дозатор загрузки с предохранителем, а на выходе газа из аппарата – анализатор содержания кислорода. Это нововведение позволило останавливать подачу сырья и отключать нагрев, если на выходе содержание кислорода в газе выходило за пределы нормы. Помимо этого, в ГГУ было добавлено устройство впрыска воды в зону газификации.

После внесенных изменений была проведена новая серия испытаний для установления оптимальных режимов работы, которые обеспечили бы максимально возможную калорийность генераторного газа и минимальный выход смолы с ним. В ходе экспериментов производился анализ выхода смолы при изменении расхода воздуха без подачи воды и анализ калорийности газа с учетом впрыска воды в зону горения.

В раскаленный карбонизат, находящийся в нижней части реактора, подается водяной пар. Образующиеся при газификации газы смешиваются с продуктами термического разложения древесного сырья и выводятся из газогенератора. Генераторный газ, перед отправлением в ресивер для хранения, охлаждается и очищается от органических веществ и угольных частиц в скруббере.

В конструкцию фильтра скруббера были внесены изменения, позволяющие снизить выход смолы путем организованного ее отвода со стружки в нижнюю часть устройства, другими словами – исключить попадание ее капель в поток генераторного газа. Также был произведен подбор режимов подачи воздуха через фурмы газогенератора.

Для анализа влияния температурных режимов работы газогенератора на выход из него смолы проведены следующие серии экспериментов: все фурмы открыты полностью; все фурмы открыты на 75 % живого сечения по воздуху; все фурмы открыты на 50 % живого сечения по воздуху; все фурмы открыты на 25 % живого сечения по воздуху; открыты полностью 50 % фурм, остальные закрыты в шахматном порядке. Для доступа к фурмам кожух воздушного коллектора был снят. Чтобы достичь максимально возможной калорийности генераторного газа, был выполнен подбор режимов подачи воды в зону восстановления газогенератора и подачи воздуха в фурму. В ходе экспериментов подачи воды сравнивались расходы: 0,3 л/мин, 0,5 л/мин и 1,0 л/мин.

Все испытания контролировались показаниями термометров и расходомеров, пробами на состав генераторного газа и визуальными изменениями выхода смолы или мерными пробами сточной воды из скруббера. Показания записывались каждые 10–15 минут после смены режима. В целях обеспечения стабильности работы установки в течение всего времени испытания проводились при максимальной загрузке топлива (250–300 кг).

В итоге были достигнуты следующие параметры:

- температура внутри газогенератора (верхняя точка) – 1200 °С;
- продолжительность карбонизации – 10–12 мин;
- температура газификации карбонизата (нижняя точка) – 1200 °С;
- продолжительность газификации карбонизата – 30–40 мин;
- температура подаваемого пара – 120 °С;
- температура газа на выходе из газогенератора – 800–850 °С;
- температура газа после котла-утилизатора – 300–350 °С;
- температура газа после системы охлаждения – 60 °С;

- расход пара – 42 кг/ч;
- количество подаваемого сырья – 53 кг/ч;
- количество образующейся золы – 0,3 кг/ч;
- давление в газогенераторе – 150 кПа;
- давление пара на входе в газогенератор – 190 кПа.

Характеристика получаемого газообразного топлива, в зависимости от подачи водяного пара, представлены в таблице.

Влияние водяного пара на характеристики генераторного газа

Температура газа после генератора, °С	Подача пара, $10^{-3} \cdot \text{м}^3/\text{ч}$	Состав генераторного газа, объёмная доля в %				Низшая теплота сгорания газа, МДж/кг
		H ₂	CH ₄	CO	O ₂	
310	нет	17,58	4,0	14,4	1,98	5,15
370	нет	11,5	0,8	9,2	1,6	2,69
	27	7,73	4,73	28,93	–	6,18
	32	8,33	4,96	28,93	–	6,33
380	32	6,36	1,42	35,71	–	5,71
420	нет	10,7	0,4	17,3	1,4	3,48

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод о том, что при подаче пара низшая теплота сгорания газа значительно больше, чем без нее. Следовательно, для получения более энергоэффективного результата необходим пар.

Благодаря проведенным испытаниям, были определены необходимые расходы воды и воздуха для организации оптимального процесса газогенерации с максимальной калорийностью газа и минимальным выходом смолы. Это позволит скорректировать конструктивные размеры фурм и зоны генерации.

Полученные результаты станут основанием для изменения конструкции газогенераторной установки в целом.

Список использованных источников

1. Болдин, С. В. Экспериментальная установка для производства генераторных газов из древесных отходов / С. В. Болдин, Р. Т. Пузиков, А. С. Коробков // Приволжский научный журнал (Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т). 2008. № 1. С. 30–32.