

ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗИФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Б. Г. Зиганшин¹, Н. Н. Фахреев²

¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. По статистике птицеводство является наиболее развивающейся отраслью АПК. Следует предположить, что птицеводство продолжит свое развитие, следовательно, увеличится количество образующихся отходов жизнедеятельности птицы, требующих утилизации. Наиболее перспективным направлением является термическая утилизация с получением двух полезных продуктов: синтез-газа для двигателей внутреннего сгорания со встроенным электрогенератором и золы, пригодной в качестве удобрения.

Ключевые слова: газификационная установка; двигатель внутреннего сгорания; птицеводство.

APPLICATION OF A GASIFICATION PLANT FOR GENERATING ELECTRICITY IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES

B. G. Ziganshin³, N. N. Fakhreev^b

^a Kazan State Agrarian University, Kazan, Russian Federation

^b Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russian Federation

Abstract. According to statistics, poultry farming is the most developing branch of the agro-industrial complex. It should be assumed that poultry farming will continue its development, therefore, the amount of generated waste of poultry requiring disposal will increase. The most promising direction is thermal utilization with the production of two useful products: synthesis gas for internal combustion engines with a built-in electric generator and ash suitable as fertilizer.

Keywords: gasification plant, internal combustion engine, poultry farming.

Согласно отчёту Федеральной службы государственной статистики, поголовье птиц в хозяйствах всех категорий в Российской

Федерации за последние десять лет выросло с 473 252,921 до 519 778,5 тыс. голов. По нашим расчётам, это соответствует приросту поголовья на 8,95 % [1]. Развитие птицеводства в России сопровождается расширением сети средних и крупных птицефабрик в непосредственной близости к населённым пунктам и городам, что является объектом научных интересов, преследуемых авторами.

Изучив различные конструкционные решения газификационных установок [2, 3] при явных преимуществах по сравнению с классическим способом утилизации отходов птицеводства, а именно, уменьшение объема отхода методом подсушивания, выявились недостатки, которые заключаются в низкой экологической эффективности, связанной с образованием азотных соединений. Азот присутствует в воздухе, который является интенсификатором процесса газификации в классических газификационных установках.

Авторами продолжилась работа по поиску и обоснованию новой конструкции газификационной установки, которая могла бы обеспечить экологически чистой энергией птицеводческое предприятие.

Проведенные математические расчеты и моделирование процесса газификации показали необходимость удаления интенсификатора - воздуха из процесса газификации [4, 5].

Исключить высокое содержание азота (N₂) из продуктов газификации можно, применяя в качестве газифицирующего агента водяной пар, так как в водяном паре отсутствует азот (N₂), присущий воздуху и воздушной газификации.

При водяной конверсии благодаря паровой газификации происходит следующая реакция:



При паровой газификации наблюдается снижение концентрации такого вредного для окружающей среды соединения, как оксид азота (NO). Следующая реакция разложения монооксида азота на атомарный азот обосновывает экологичность предлагаемой газификационной установки:



При этом наблюдается повышение концентрации горючих компонентов в синтез-газе. Так, при снижении коэффициента

избытка воздуха до нулевых значений теплотворная способность достигает 11000 кДж/кг (рисунок 1).

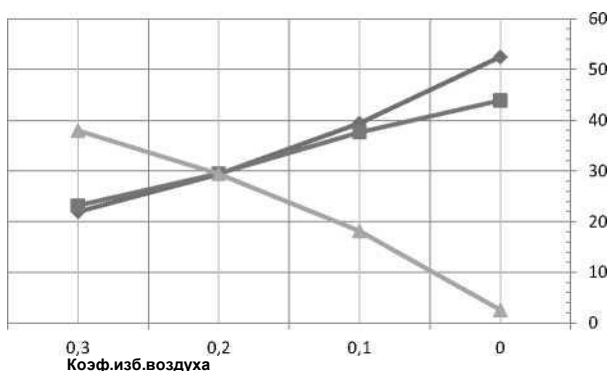


Рисунок 1 - График изменения состава синтез-газа при газификации птичьего помёта

Расчётные значения теплотворной способности синтез-газа, полученные из биомассы при воздушной газификации, были значительно ниже, чем теплотворная способность синтез-газа, получаемая без подачи воздуха и с внешней подачей тепловой энергии. Это, прежде всего, из-за наличия негорючих веществ, в основном, азота (N₂) и в меньшей степени воды (H₂O) и углекислого газа (CO₂).

При этом CO₂ вступает в реакцию:



Как правило, оксид углерода (CO), водород (H₂), углекислый газ (CO₂), азот (N₂), вода (H₂O) и метан (CH₄) считаются продуктами газификации. Все представленные составляющие синтез-газа образуются при термической деструкции органических отходов птицеводства (помёта) и участвуют в химических реакциях.

Полученные результаты позволили разработать и сконструировать новую газификационную установку, работающую по принципу кипящего слоя. Интенсификатором газификации является водяной пар.

Потребление получаемого синтез-газа возможно в двигателях внутреннего сгорания, работающих на газе, бензине или в

двухтопливных двигателях, преобразованных для работы на газообразном топливе [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт РОССТАТа [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://cbsd.gks.ru>.

2. Фахреев, Н. Н. Экспериментальные исследования процесса утилизации подстилочного помета птицы методом термического разложения с применением паровой газификации / Н. Н. Фахреев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. - № 10(192). - С. 133-137.

3. Дидманидзе, О. Н. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на транспортно-тяговых средствах / О. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов, Н. А. Большаков // Международный технико-экономический журнал. - 2019. - № 4. - С. 52-59. - DOI 10.34286/1995-4646-2019-67-4-52-59. - EDN YVBMVM.

4. Зиганшин, Б. Г. Математическое моделирование и экспериментальные исследования газификации отходов птицеводства / Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин, Н. Н. Фахреев // Техника и технологии в животноводстве. - 2022. - № 3 (47). - С. 78-84.

5. Патент № 2754911 С1 Российская Федерация, МПК С10J 3/20, F23G 5/027, B09B 3/00. Установка для газификации углеродсодержащих отходов : № 2021104704 : заявл. 11.11.2020 : опубл. 09.09.2021 / Р. Я. Дыганова, А. В. Демин, Н. Н. Фахреев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет».

6. Mini-central heating and power plant (CHP): the choice of the optimal structure and modes of operation / I. R. Gil'Manshin, I. A. Konahina, N. F. Kashapov, N. N. Fahreev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering ser. «Innovative Mechanical Engineering Technologies, Equipment and Materials-2013». - 2014. - 3 P.

7. Математическая модель процесса сгорания и тепловыделения в цилиндре газового двигателя / М. Н. Ерохин, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Р. Т. Хакимов // Чтения академика В.Н. Болтинского (115 лет со дня рождения) : Сборник статей семинара, Москва, 22-24 января 2019 года / Под редакцией М. Н. Ерохина. - М. : ООО «Мегаполис», 2019. - С. 19-28.

8. Дидманидзе, О. Н. Исследования показателей тепловыделения газовых двигателей / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов // Записки Горного института. - 2018. - Т. 229. - С. 50-55.

Об авторах:

Зиганшин Булат Гусманович, первый проректор - проректор по научной работе и цифровой трансформации ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» (420015, Российская Федерация, Республика Татарстан, Казань, ул. К. Маркса, 65), доктор технических наук, профессор, профессор РАН, Pr.science@kazgau.com.

Фахреев Наиль Насихович, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (420066, Российская Федерация, Республика Татарстан, Казань, ул. Красносельская, 51), fakhreevnn@yandex.ru.

About the authors:

Bulat G. Ziganshin, First Vice-Rector - Vice-Rector for Research and Digital Transformation of Kazan State Agrarian University (420015, Russian Federation, Republic of Tatarstan, Kazan, K. Marx str., 65), D.Sc. (Engineering), Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Pr.sci-ence@kazgau.com.

Nail N. Fakhreev, Senior Lecturer of Kazan State Power Engineering University (420066, Russian Federation, Republic of Tatarstan, Kazan, Krasnoselskaya str., 51), fakhreevnn@yandex.ru.