

Кремнева Е. В.
НМетАУ

Экономия природного газа в энерготехнологических агрегатах путем использования биомассы

Разработана технологическая схема когенерационной установки работающей на биомассе, для обеспечения топливом и электрической энергией энерготехнологических агрегатов горно-металлургического комплекса. На основе разработанной методики эксергетического анализа показана эффективность работы данной схемы и определен потенциал экономии природного газа в энерготехнологических агрегатах. Ил. 4. Библиогр.: 7 назв.

Ключевые слова: энерготехнологический агрегат, когенерация, биомасса, эксергетический анализ, эффективность, экономия

The technological scheme of the cogeneration plant working at biomass for providing with fuel and electric energy of power technological units of mining and metallurgical complex is developed. On the basis of the developed technique of the exergy analysis overall performance of this scheme is shown and the potential of economy of natural gas in power technological units is determined.

Keywords: power technological unit, cogeneration, biomass, exergy analysis, efficiency, economy

Повышение энергетической безопасности Украины является общегосударственной задачей, решение которой в первую очередь направлено на сокращение потребления природного газа. Практически все отрасли промышленности страны потребляют значительное количество природного газа. Это увеличивает долю затрат на энергоносители в себестоимости продукции и делает ее неконкурентоспособной не только на внешнем, но и внутреннем рынке. Горно-металлургический комплекс Украины не является исключением, и особенно актуальной становится проблема сокращения расхода природного газа для предприятий без полного металлургического цикла при отсутствии коксового и доменного газов [1]. Решение этой проблемы только лишь путем реконструкции или модернизации энерготехнологических агрегатов не всегда экономически оправдано, вследствие их значительной моральной и физической изношенности. В этом случае при отсутствии собственных экономических и технологических резервов возникает необходимость внедрения технологий, ориентированных на использование топливно-энергетических ресурсов с себестоимостью значительно меньшей по сравнению с ценами на покупные энергоносители.

Среди таких экономически оправданных технологий получения топливно-энергетических ресурсов являются технологии, использующие возобновляемые источники энергии. В условиях Украины таким источником является биомасса. Применение биомассы в качестве топли-

ва для энерготехнологических агрегатов достаточно изучено и обосновано [2-4].

Наряду с этим имеется потребность в автономных источниках энергии, которые вырабатывают газообразное топливо, электрическую и тепловую энергию для энерготехнологических агрегатов, которая может быть решена за счет применения когенерационных установок. Использование биомассы в когенерационных установках позволяет получать газообразное топливо, электрическую и тепловую энергию с максимальным энергетическим и экологическим эффектом. Наиболее перспективным является использование когенерационных установок мощностью до 1,0 МВт на базе двигателей внутреннего сгорания (ДВС) с предварительной газификацией биомассы.

Постановка задачи исследования

Широкому внедрению когенерационных установок на биомассе препятствует отсутствие обобщающих показателей оценки эффективности, как потребления топлива, так и выработки энергии. Методы анализа эффективности работы установки, основанные на тепловых балансах, не всегда отражают полную картину использования и превращения энергии. В тех случаях, когда в оборудовании когенерационной установки используются одновременно несколько видов топливно-энергетических ресурсов, мотивированным является применение эксергетического метода анализа эффективности использования энергии. Такой метод позволяет не только количественно, но и качественно про-

анализировать процессы превращения энергии и выявить возможности оптимизации технологических параметров [5].

Методика и результаты исследований

На основе проведенных ранее авторами исследований [6, 7] разработана технологическая схема когенерационной установки на основе двухстадийного процесса газификации биомассы приведенная на рис. 1.

Двухстадийный процесс газификации биомассы, заключается в разделении процесса окислительного пиролиза биомассы (первая стадия процесса) и газификации коксового остатка (вторая стадия процесса).

Образовавшийся на первой стадии пиролизный газ используется в качестве топлива для энерготехнологического агрегата. Полученный на второй стадии процесса генераторный газ используется в качестве топлива в газовом ДВС при выработке электрической энергии.

В качестве биомассы в рассматриваемой когенерационной установке используется лузга подсолнечника с расходом 90 кг/ч. Полученный пиролизный газ по своему составу содержит CO , H_2 , CH_4 , CO_2 , N_2 , O_2 , а также значительное количество смол. Теплота сгорания пиролизного газа составляет 8,5 МДж/м³, выход газа 122,3 м³/ч, температура газа 550°С. Общий потенциал пиролизного газа – 270 кВт с учетом его физической теплоты.

В процессе пиролиза получается также коксовый остаток с теплотой сгорания 31,7 МДж/кг, выход коксового остатка 27,0 кг/ч, температура – 655°С.

Выработка электрической энергии осуществляется в блоке «газовый ДВС + электрогенератор». Топливом для газового ДВС служит генераторный газ, полученный на второй стадии двухстадийного процесса путем газификации коксового остатка. Теплота сгорания генераторного газа составляет 5,1 МДж/м³, выход генераторного газа 141,2 м³/ч, температура газа 835°С.

Основным преимуществом такого процесса является получение генераторного газа с содержанием смол 6,0±7,5 мг/м³, что отвечает требованиям, предъявляемым производителями ДВС, используемых в когенерационной установке. Электрическая мощность когенерационной установки 80,7 кВт.

Суммарная тепловая мощность когенерационной установки с учетом утилизации физической теплоты генераторного газа, продуктов сгорания ДВС и воды в системе охлаждения ДВС составляет 156,0 кВт.

В основу методики эксергетического анализа оценки эффективности работы когенерационной установки положено составление эксергетических балансов отдельных элементов оборудования схемы: пиролизер и газификатор (рис. 2), блок «ДВС-электрогенератор» (рис. 3), энерготехнологический агрегат, теплообменное оборудование.

Общий эксергетический КПД когенерационной установки составил $\eta_{\text{Э}}^{\text{ЭО}} = 45\%$.

Себестоимость выработки пиролизного газа с учетом затрат на биомассу составит 37,5 грн/тыс. м³, электрической энергии – 0,55 грн/(кВт·ч), и тепловой – 49,5 грн/ГДж.

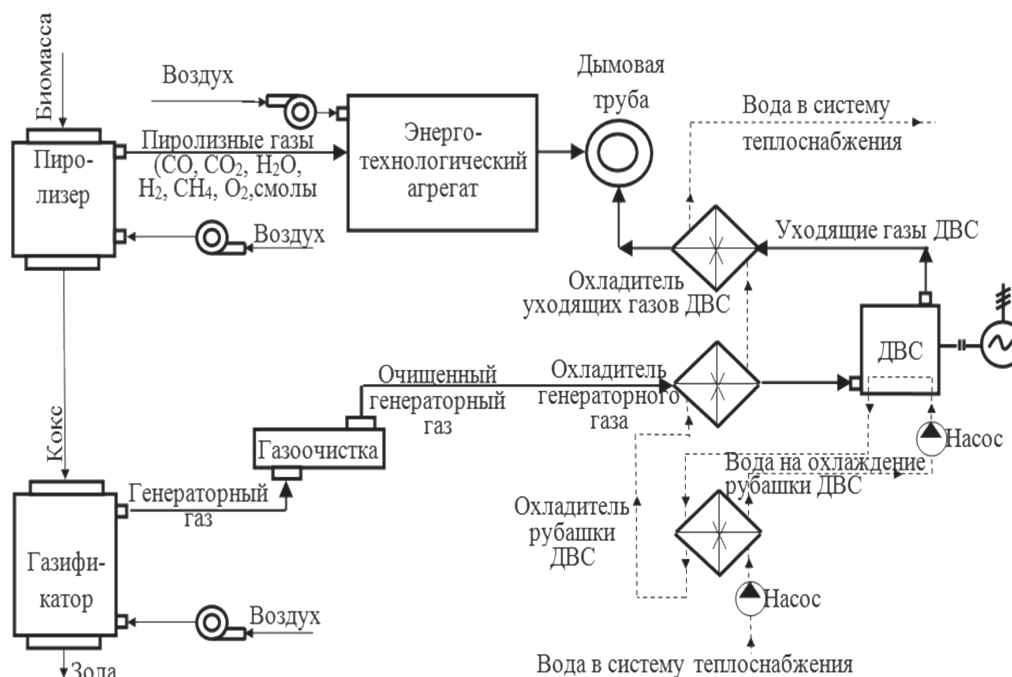
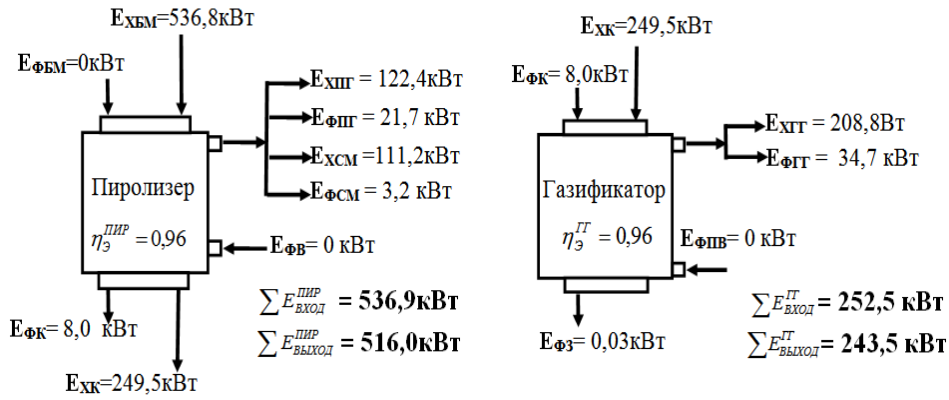
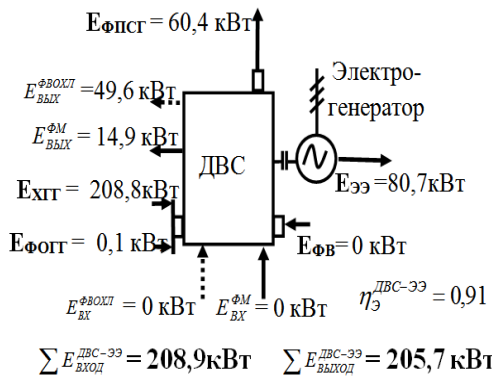


Рис. 1. Схема когенерационной установки



$E_{ХБМ}$ – химическая эксергия биомассы; $E_{ФБМ}$ – физическая эксергия биомассы; $E_{ФВ}$ – физическая эксергия воздуха; $E_{ХК}$ – химическая эксергия кокосового остатка; $E_{ФК}$ – физическая эксергия кокосового остатка; $E_{ХПГ}$ – химическая эксергия пиролизных газов; $E_{ФПГ}$ – физическая эксергия пиролизных газов; $E_{ХСМ}$ – химическая эксергия смолы; $E_{ФСМ}$ – физическая эксергия смолы; $E_{ФВ}$ – физическая эксергия подогретого воздуха; $E_{ХГТ}$ – химическая эксергия генераторного газа; $E_{ФГТ}$ – физическая эксергия генераторного газа; $E_{ФЗ}$ – физическая эксергия золы.

Рис. 2. Эксергетические балансы пиролизера и газификатора



$E_{ФОГТ}$ – физическая эксергия охлажденного генераторного газа; $E_{ФПСТ}$ – физическая эксергия продуктов сгорания генераторного газа на выходе из ДВС; $E_{ФВЫХ}^{ФМ}$ – физическая эксергия воды на входе в систему охлаждения (рубашку) ДВС; $E_{ФВЫХ}^{ФВ}$ – физическая эксергия воды на выходе из системы охлаждения (рубашки) ДВС; $E_{ВХ}^{ФМ}$ – физическая эксергия масла на входе в ДВС; $E_{ВЫХ}^{ФМ}$ – физическая эксергия масла на выходе из ДВС.

Рис. 3. Эксергетический баланс блока «ДВС-электрогенератор»

На рис. 4 приведена годовая экономия природного газа для энерготехнологического агрегата в зависимости от числа часов использования установленной мощности при работе его на смеси природного и пиролизного газа в различных соотношениях.

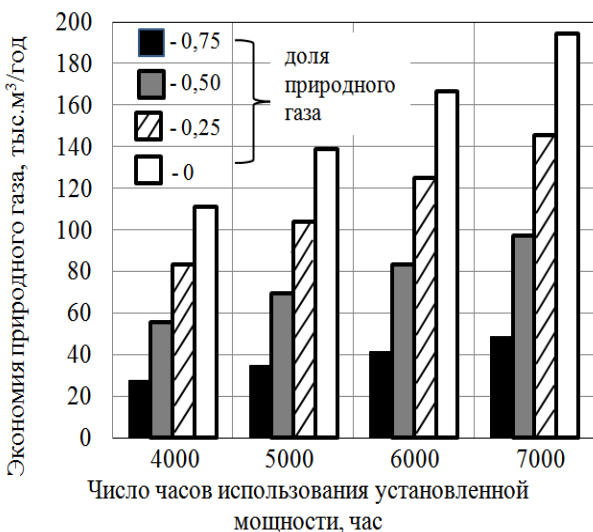


Рис. 4. Экономия природного газа

Выводы

Проведенный эксергетический анализ работы когенерационной установки показал высокое значение общего эксергетического КПД 45 %, при этом эксергетические КПД отдельных элементов схемы, таких как пиролизер и газификатор, достигает 96 %, а блока «ДВС-электрогенератор» – 91 %. Такие значения КПД обусловлены глубокой утилизацией всех тепловых потоков в схеме.

Максимальная годовая экономия природного газа при переводе энерготехнологического агрегата на пиролизный газ составляет 195 тыс. м³.

Кроме того, общая экономия может быть больше за счет получения электрической энергии по себестоимости в 2,0-2,5 раза меньше, чем цена покупной электрической энергии из внешней энергосистемы.

Библиографический список

1. Карп И. Н. Совершенствование конструкции и тепловых режимов методической печи ООО «Краматорский металлопрокатный завод»

с целью снижения расхода природного газа / И. Н. Карп, А. Н. Зайвий, А. А. Лысенко, В. И. Павлов, А. Н. Долгий // Праці XVII міжнародної конференції «Теплотехніка та енергетика в металургії», НМетАУ, м. Дніпропетровськ, Україна, 7-9 жовтня 2014 р. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2014. – С. 90-91.

2. Лысенко А. А. Использование биотоплива для обжига материалов во вращающихся печах / А. А. Лысенко, К. Е. Пьяных, Т. А. Антошук, К. К. Пьяных // Праці XVII міжнародної конференції «Теплотехніка та енергетика в металургії», НМетАУ, м. Дніпропетровськ, Україна, 7-9 жовтня 2014 р. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2014. – С. 123-124.

3. Arnsfeld, S. Characterisation of pyrolysed biomass as an alternative option to pulverised coal injection into the blast furnace / S. Arnsfeld, A. Babich, D. Senk // Proc. 4th Intern. Conf. on Process Development in Iron and Steelmaking (Scanmet IV), 10-13 June 2012, Luleå, Sweden, V. 1, P. 639-648.

4. Шишко Ю. В. Энергозберігаюча технологія отримання паливного газу з біомаси та його спалювання в пічних агрегатах: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.14.06 / Ю. В. Шишко; Нац. металург. акад. України. – Д., 2004. – 17 с. – укр.

5. Дмитроченкова Э. И. Эксергетический анализ когенерационной установки на базе рекон-

струированного двигателя внутреннего сгорания / Э. И. Дмитроченкова // Вісн. Донбаської нац. акад. будівн. і архітектури. – Макіївка: Вид-во ДонНАБА, 2010. – Вип. 20106 (86): Інженерні системи та техногенна безпека. – С. 108-116. – ISSN 18143296.

6. Шевченко Г. Л. Комплексная технология термической переработки биомассы / Г. Л. Шевченко, Ю. В. Шишко, Е. В. Кремнева // Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика: збірник наукових праць. – Вип. 2. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2010. – С. 217-227.

7. Пат. 41146 Україна, МПК (2009) B01J 20/20. Спосіб газифікації твердого палива / Кремнева К. В., Шевченко Г. Л., Шишко Ю. В., Усенко А. Ю., Кремнев В. Е., Губинський С. М.; заявник та власник патенту Національна металургійна академія України. – № u 2008 13136; заявл. 12.11.2008; опубл. 12.05.2009, Бюл. № 9.

Поступила 02.12.2014

