

Рис. 1. Относительный уровень напряжения узлов схемы при установке ВИЭ в: а) узел 2, б) в узел 10

На основании представленных зависимостей для исследуемой схемы можно сделать вывод, что внедрение объектов ВИЭ в ЭЭС мощностью, равной мощности нагрузки узла установки, оказывает положительное влияние, т.е. способствует повышению, на относительный уровень напряжения во всех узлах схемы.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, грант №МК2150.2019.9

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационный обзор «Единая энергетическая система России: промежуточные итоги» (оперативные данные) август 2020 года // АО «СО ЕЭС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.so-cdu.ru/fileadmin/files/company/reports/ups-review/2020/ups_review_0820.pdf (дата обращения 10.10.20).
2. Baran M.E., Wu F.F. Optimal sizing of capacitors places on a radial-distribution system // IEEE Transactions on Power Delivery. – 1989. – vol. 4. – no.1. – P. 735–743.

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ УСТАНОВКА ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ

В.Е. Губин, Д.В. Гвоздяков, К.Б. Ларионов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: gubin@tpu.ru

PILOT PLANT FOR GASIFICATION OF SOLID FUELS AND INDUSTRIAL WASTE

V.E. Gubin, D.V. Gvozdyakov, K.B. Larionov

National Research Tomsk Polytechnic University

Annotation. *The article presents a brief description of an experimental model of a gas-generating plant for gasification of solid fuels and industrial waste, created at an operating thermal power plant.*

Одной из важнейших задач современной энергетики является внедрение новой политики использования угля, а именно – реализация мероприятий по его глубокой переработке на месте добычи. Внедрение соответствующих технологий должно повысить конкурентоспособность угольной промышленности и способствовать развитию регионов угледобычи [1]. Кроме того, подразумевается получение различного углеводородного сырья с высокой добавленной стоимостью (синтез-газ, кокс и полукокс, жидкие моторные топлива, смолы, спирты метильной группы и др.) [2]. В настоящее время предложены различные подходы к указанной проблеме [3], однако в России они носят теоретический характер и на практике не реализовывались.

Одним из технологических направлений термического преобразования угля в газообразное топливо является его газификация (в частности, слоевая).

На базе Томского политехнического университета создан Научно-исследовательский центр «Экоэнергетика 4.0» для фундаментальных исследований и отработки технологий глубокой переработки твердых топлив и производственных отходов с получением продукции с высокой добавленной стоимостью: синтез-газ, метан, водород, жидкие топлива различных фракций и т.п.

На промышленной площадке Томской ТЭЦ-3 совместно с ОАО «Всероссийский теплотехнический институт» создана полномасштабная технологическая линия по газификации энергетического угля, низкокалорийных бурых углей, а также отходов угледобывающей промышленности.

Комплекс (рис.1) может перерабатывать до 4 тонн твердого топлива в час, вырабатывая при этом до 17000 кубометров генераторного газа, содержащего горючие вещества (водород, метан и т. п.).



Рис.1. Комплекс по газификации твердых топлив НИЦ «Экоэнергетика 4.0»

Общий вид опытно промышленной установки приведен на рис. 2.

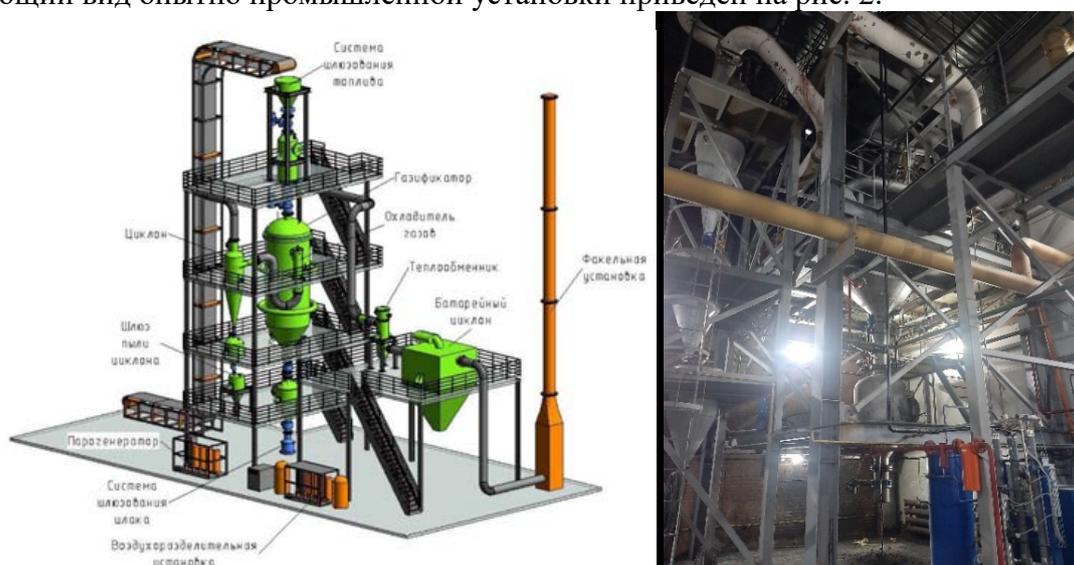


Рис.2. Общий вид опытно промышленной установки слоевой газификации

Газогенератор представляет собой цилиндрический сосуд, выложенный изнутри футеровочным кирпичом. В нижней части газификатора футеровка отсутствует: там располагается заполняемая водой шлаковая ванна, в которую поступает шлак из газификатора.

Перед началом работы футеровка газогенератора разогревается до температуры 800°C с использованием специальной горелки, работающей на жидком топливе.

Твердое топливо с размером фракции 5–50 мм после системы топливоподготовки с помощью крутонаклонённого конвейера подаётся в верхний топливный бункер, а затем через систему шлюзования – в газогенератор. При загрузке топлива в газификатор в

качестве шлюзового агента используется азот, подаваемый в шлюзовую топливный бункер от генератора азота.

В газификатор поступает сжатый воздух от компрессора, подогретый до 300°C теплом уходящих газов, а также перегретый пар от парогенератора и пароперегревателя с температурой 200–300°C. Номинальное давление в газогенераторе составляет 0,6 МПа.

В газификаторе происходит превращение твёрдого топлива в горючий газ, с выплавкой шлака, который удаляется в шлаковую ванну, а оттуда через шлюзовой бункер – в отвал. Полученный генераторный газ с температурой 800-1100 °С поступает в охладитель газов, где охлаждается впрыском воды до 500–600 °С. По тракту синтез-газ проходит циклон (первую ступень золоулавливания), редуцирующее устройство (в котором происходит снижение давления), теплообменник (в котором газ отдаёт часть тепла воздуху), батарейный циклон (вторая ступень золоулавливания). Далее генераторный газ в целях обеспечения безопасности подаётся на утилизацию в факельную установку (рис.3).

Созданное оборудование прошло успешные испытания в промышленных масштабах.

Испытания проводились с использованием каменного угля марки Д Кузбасского угольного бассейна. Размер фракции угля после его прохождения через систему топливоподготовки составлял 5–50 мм.

Состав синтез-газа фиксировался непрерывно в течение опыта с помощью поточного газоанализатора, подключённого в точке отбора за редуцирующим устройством, используемого для понижения давления, образующегося синтез-газа. Измерение расхода газа осуществлялось с использованием фланцевой диафрагмы и датчиков давления, установленных на участке трубопровода между факельной установкой и батарейным циклоном.

Осредненные за период испытания значения основных компонентов синтез-газа, полученного в результате газификации каменного угля марки Д (об. %) - CO₂ - 5,4; CH₄ - 3,6; CO - 20,8; H₂ - 7,3; N₂ - 49,9.



Рис.3. Утилизация синтез-газа с использованием факельной установки

Успешные испытания крупнейшей в России опытно-промышленной установки слоевой газогенераторной установки открывают новые возможности для дальнейшего совершенствования технологии и создания высокотехнологичных промышленных комплексов по глубокой переработке твердых топлив и производственных отходов в России.

Оборудование центра «Экоэнергетика 4.0.» включено в реестр уникальных научных установок (<http://ckp-rf.ru/usu/673587/>).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сарыглар Ч.А., Чысыма Р.Б. Основные направления переработки угля // Фундаментальные исследования. – 2018. – №11-1. – С. 121–127.
2. Голицын М.В., Вялов В.И., Богомолов А.Х., Пронина Н.В., Макарова Е.Ю., Митронов Д.В., Кузеванова Е.В., Макаров Д.В. Перспективы развития технологического использования углей в России // Георесурсы. – 2015. – №2 (61). – С. 41–53.
3. Кузнецов П.Н., Колесникова С.М., Кузнецова Л.И., Брюкин Ф.А., Перминов Н.В., Каменский Е.С., Павленко Н.И. Терморастворение спекающихся каменных углей в среде антраценовой фракции смолы коксования // Кокс и химия. – 2018. – №2. – С. 22–30.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Е. Г. Брындин

Исследовательский центр «ЕСТЕСТВОИНФОРМАТИКА»

E-mail: bryndin15@yandex.ru

ROBOTIC INDUSTRY SAFETY MANAGEMENT TECHNOLOGY

E. G. Bryndin

Research center "NATURAL INFORMATICA"

***Annotation.** Industrial robots, by increasing visual, sound, substantive, spatial and temporal sensitivity, are able to acquire new skills and gain professional experience with the necessary technical means. New skills are taught by a retraining system in virtual space, and then the robot develops them in a specific environment. Thus, the professional experience of an industrial cognitive robot in various specific environments is gradually developing and its safety is improved. Industrial cognitive adaptive retractable robots with increased safety find wide practical application in the 4.0 industry.*

Введение.

Роботы могут решать множество разнообразных практических задач. Медицина, банковское обслуживание, промышленность, образование, гостиничный бизнес и даже развлечения – основные области применения роботов. Роботизированные системы применяют в сфере безопасности: устройства со специальными датчиками оперативно обнаруживают пожароопасные ситуации и успешно предотвращают их. Современные заводы и предприятия далеко продвинулись за счет современных технологий. Автоматизированные промышленные роботы применяются для сварки, укладки, покраски и прочих операций, требующих многократного повторения и высокой точности. Появляются роботы для высокотехнологичной работы, которая по зубам искусственному интеллекту.

В Японии, России, Тайване, Китае и других развитых странах роботы являются не заменимыми помощниками. Человек пытается создать, для своих роботов, искусственный интеллект. С искусственным интеллектом роботы смогут самостоятельно оценивать происходящее вокруг них и принимать решения по действиям, которые им необходимо произвести.

Развитие технологий искусственного интеллекта и машинного обучения и их применение в робототехнике является необходимым условием для создания действительно полезных и умных роботов. Статистические методы и машинное обучение, включая искусственные нейронные сети глубокого обучения, оказали громадное влияние на современную робототехнику. Идет усложнение архитектуры сетей и увеличение ее емкости при сохранении приемлемой скорости обучения, а также развитие систем, которые позволят нейронным сетям работать с минимальным