

АСУ ТП МОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ГОРЮЧИХ
ОТХОДОВ

Кузнеченкова Д.А., Моор Е.Н.

Научный руководитель доцент Д.О. Глушков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Более 80 % генерируемой тепловой и электрической энергии производится за счет сжигания ископаемых топлив [1]. В силу того, что запасы ископаемого топлива ограничены, тенденция использования возобновляемых источников приобретает все большую актуальность. На сегодняшний день существуют технологии генерации тепловой и электрической энергии с использованием отходов различного происхождения в качестве топливных компонентов [2–5]. Эти технологии являются важным путем к устойчивому развитию топливно-энергетического сектора в сочетании с экологичностью выработки энергии, т.к. относительно высокие темпы накопления горючих отходов неизбежно ведут к ухудшению экологической обстановки, обусловленному увеличением площадей, отводимых под складирование отходов, их пылением, выделением вредных соединений в атмосферу, почву и водоемы. Одним из вариантов промышленной утилизации различных групп отходов является создание на их основе композиционных жидких топлив [6,7]. При этом использование отходов биомассы [8], отработанных масел [9] и коммунальных отходов [10] в качестве дополнительных компонентов позволяет улучшать экологические и энергетические характеристики процесса сжигания топлива.

Для практической реализации решения выше обозначенной проблемы была спроектирована и сконструирована мобильная установка для утилизации твердых и жидких горючих отходов, модель которой представлена на рисунке 1. Данная установка позволяет не только генерировать тепловую энергию, но и осуществлять процесс топливоприготовления. В качестве энергоресурса используется композиционное жидкое топливо различного состава. Основой для приготовления топливных смесей могут являться отходы угольной промышленности (угольный шлам, фильтр-кек и другие). На первом этапе работы данной установки осуществляется взвешивание основного топливного компонента на платформенных весах марки ВСП4-300.2А9, после чего сырье твердое подвергается дроблению щековой дробилкой ДЩ-1. Далее измельченные твердые частицы по шнеку подаются в шаровую мельницу мокрого помола МШБ-500, на выходе которой получают суспензии с размером частиц не более 150 мкм. Полученная суспензия подается в смешивающую емкость при помощи насоса, куда также добавляются жидкие горючие отходы. Для достижения эффекта дисперсии несмешивающихся веществ (вода, масло, твердые частицы) и стабилизации полученной суспензии кроме перемешивания лопастной мешалкой выполняется циркуляция топлива через диспергатор РПА 15/20K55А-7/5/2Е-ФЛ. Стадия топливоприготовления на данном этапе заканчивается, полученное топливо подается при помощи дозирочного насоса НД 1,0 Р 63/25 на форсунку для распыления и факельного сжигания в топке модернизированного котла ZOTA PELLET - 63 S.

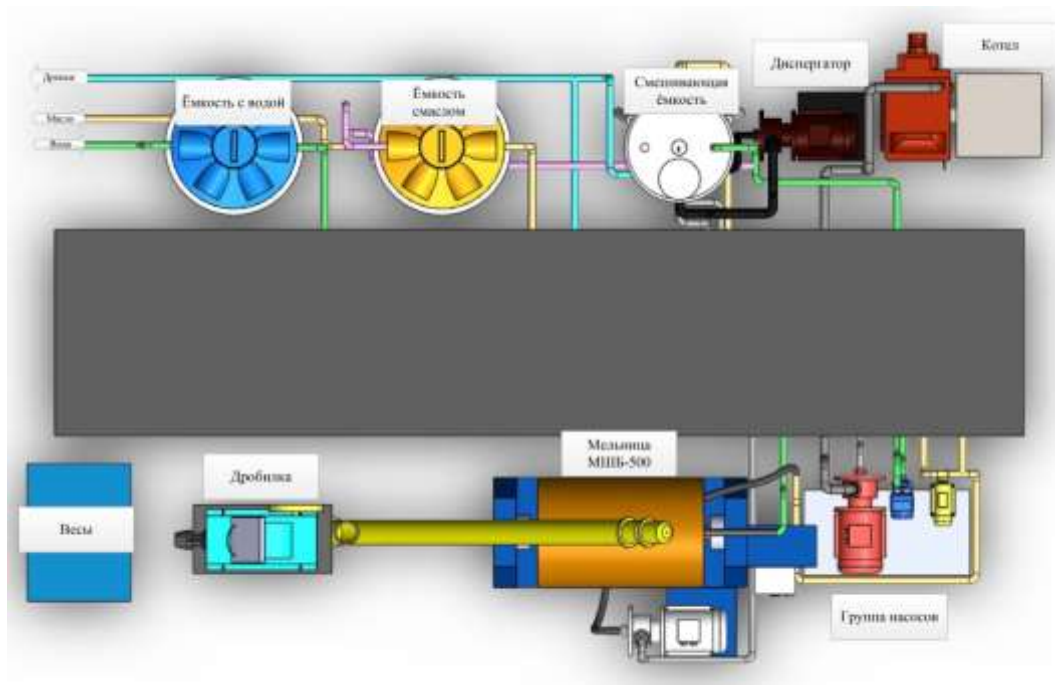


Рис. 1. Модель мобильной установки приготовления и сжигания композиционных жидких топлив, вид сверху

Принцип управления разработанной мобильной установкой предполагает трехуровневую структуру АСУ ТП. На нижнем уровне автоматизации находятся измерительные приборы, исполнительные механизмы и местные органы управления. Средний уровень автоматизации представлен щитом управления, оснащенный программируемым логическим контроллером с входящими в него модулями центрального процессора, цифрового

интерфейса, аналогового ввода/вывода и дискретного ввода/вывода, с помощью которого выполняется обработка полученных с нижнего уровня данных и выработка управляющих воздействий. Верхний уровень автоматизации представляет собой автоматизированное рабочее место оператора со SCADA-системой для сбора, обработки и хранения информации, полученной со среднего уровня; визуализации оперативной и архивной информации. Мнемосхема SCADA-системы технологического процесса мобильной установки по приготовлению и сжиганию композиционных жидких топлив представлена на рисунке 2. Передача данных осуществляется с помощью протокола TCP/IP Modbus. Разработанная для данной установки SCADA-система позволяет оператору контролировать технологический процесс в режиме реального времени, отслеживать все параметры и реагировать в случае аварийных ситуаций. Реализация передачи информации от программируемого логического контроллера на удаленный АРМ оператора осуществляется с помощью сетевого шлюза, который функционирует с помощью GSM связи и облачного сервиса OwenCloud.

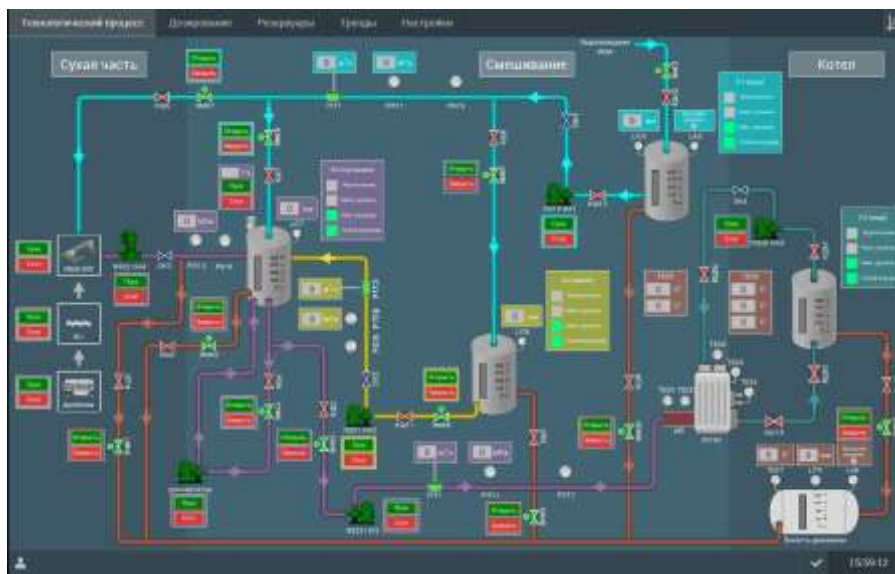


Рис. 2. Мнемосхема SCADA-системы технологического процесса мобильной установки по приготовлению и сжиганию композиционных жидких топлив

В настоящее время на основании ранее проведенных экспериментальных исследований были установлены характеристики зажигания и горения большой группы композиционных жидких топлив, отличающихся между собой как компонентным составом, так и концентрацией отдельных компонентов. Поэтому для повышения эффективности функционирования АСУ ТП в дальнейшем предполагается разработка программного модуля интегрируемого в разработанную SCADA-систему на основе методов искусственного интеллекта.

Исследование выполнено при поддержке программы развития Национального исследовательского Томского политехнического университета «Приоритет-2030» (проект № Приоритет-2030-НИИП/ЭБ-038-375-2023).

Литература

1. International energy agency. key world energy statistics //Key World Energy Statistics. – 2015.
2. Wang Z. et al. Sustainability assessment of straw direct combustion power generation in China: From the environmental and economic perspectives of straw substitute to coal //Journal of Cleaner Production. – 2020. – Т. 273. – С. 122890.
3. Foo W.H.; Chia, W.Y.; Tang D.Y.Y.; Koay S.S.N.; Lim S.S.; Chew K.W. The Conundrum of Waste Cooking Oil: Transforming Hazard into Energy. - J. Hazard. Mater., 2021. - 126129 p.
4. Wan G.; Yu, J.; Wang X.; Sun L. Study on the Pyrolysis Behavior of Coal-Water Slurry and Coal-Oil-Water Slurry. - J. Energy Inst., 2022. - 10–21 p.
5. Xue Z.; Zhong Z.; Lai X. Investigation on Gaseous Pollutants Emissions during Co-Combustion of Coal and Wheat Straw in a Fluidized Bed Combustor. - Chemosphere, 2020. - 124853 p.
6. Cheng J.; Zhou J.; Li Y.; Liu J.; Cen K. Effects of Pore Fractal Structures of Ultrafine Coal Water Slurries on Rheological Behaviors and Combustion Dynamics. - Fuel, 2008. - 2620–2627 p.
7. Wang R.; Ma Q.; Ye X.; Li C.; Zhao Z. Preparing Coal Slurry from Coking Wastewater to Achieve Resource Utilization: Slurrying Mechanism of Coking Wastewater–Coal Slurry. - Sci. Total Environ., 2019. - 1678–1687 p.
8. Bhuiyan A.A.; Blicblau A.S.; Islam A.K.M.S.; Naser J. A Review on Thermo-Chemical Characteristics of Coal/Biomass Co-Firing in Industrial Furnace. - J. Energy Inst., 2018.
9. Gaber C.; Wachter P.; Demuth M.; Hochenauer C. Experimental Investigation and Demonstration of Pilot-Scale Combustion of Oil-Water Emulsions and Coal-Water Slurry with Pronounced Water Contents at Elevated Temperatures with the Use of Pure Oxygen. - Fuel, 2020. - 118692 p.
10. Glushkov D.O.; Paushkina K.K.; Shabardin D.P. Co-Combustion of Coal Processing Waste, Oil Refining Waste and Municipal Solid Waste: Mechanism, Characteristics, Emissions. - Chemosphere, 2020. - 124892 p.