

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <https://naukovedenie.ru/>

Том 9, №6 (2017) <https://naukovedenie.ru/vol9-6.php>

URL статьи: <https://naukovedenie.ru/PDF/84TVN617.pdf>

Статья опубликована 22.01.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Золотов О.И., Струев А.М., Пипия Г.Т. Аспекты математического моделирования и автоматизации плазменных методов переработки твердых видов топлива // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №6 (2017) <https://naukovedenie.ru/PDF/84TVN617.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 51

Золотов Олег Иванович

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Россия, Санкт-Петербург
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: Oleg_1938@mail.ru

Струев Алексей Михайлович

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Россия, Санкт-Петербург
Старший преподаватель
E-mail: stryuev@mail.ru

Пипия Георгий Тенгизович

ОАО «Радиоавионика», Россия, Санкт-Петербург
Инженер по качеству
E-mail: gogpipy@ya.ru

**Аспекты математического моделирования
и автоматизации плазменных методов переработки
твердых видов топлива**

Аннотация. Рассматривается процесс плазмохимического разложения твердых топлив как функционирование нелинейной динамической системы. Приводится обоснование контроля плазмохимического процесса разложения твердых топлив. Основной целью применения является выявление режимов, обеспечивающих оптимальные режимы переработки твердых топлив.

Ключевые слова: плазмохимические процессы; твердое топливо; алгоритм OGY; хаотическая эволюция процесса; турбулентный режим

С учетом современной геополитической и экономической ситуации значительный интерес для промышленности РФ представляет переориентирование энергоресурсов с нефти и газа на уголь. Это направление также актуально для стран восточной Европы и США. Учитывая, что уголь является «сложным» в экологическом отношении сырьём, поскольку при его переработке образуется большое количество опасных веществ, таких, как зола, сернистые соединения, оксиды азота и т. д., во всем мире ведутся исследования по усовершенствованию существующих способов переработки угля и разработки принципиально новых процессов.

В случае плазмохимической переработки твердых топлив (угля) математическое моделирование процесса заключается в разработке алгоритма с учетом нагрева и движения

мелкодисперсных частиц угля в воздушно плазменном потоке, истекающем из сопла плазмотрона. Математическое моделирование состоит из расчета характеристик электродуговой плазмы в разрядном канале плазмотрона; численный расчет параметров плазменной струи, истекающей из сопла плазмотрона, численный расчет движения и нагрева мелкодисперсных частиц угля в плазменной струе [1].

Плазмохимическая переработка твердых топлив предприятий ТЭК основана на использовании низкотемпературной плазмы на одной из стадий технологического процесса. К преимуществам плазмохимических технологий переработки углеводородов можно отнести реализацию температур в реакционной зоне может достигать значений 3000-5000 К [2], высокие удельные плотности энергии и энтальпий, значительную скорость протекания реакций, высокие выходы целевых продуктов. Системы плазменного воспламенения позволяют обойтись без дорогостоящих газа и мазута, которые традиционно используют для растопки котлов и стабилизации горения пылеугольного факела [3].

Для исследования переработки твердых топлив используется алгоритм. Результатом применения алгоритма является вычисление слабого воздействия на систему единожды в каждом реакционном.

Предположим, что хаотическая эволюция протекания процесса, в которой происходят плазмохимический пиролиз, описывается уравнением типа: $x_{n+k}(T)=F(x_n, T)$, где x_n концентрации компонентов реакционной системы, T – температура процесса. Причем, x_n представляет собой суммарную концентрацию молекул начальный момент времени; x_{n+k} – концентрация продуктов распада.

Алгоритм работы установки. Включив установку, ожидают определенное время, обеспечивая полный прогрев камеры реактора. При этом делают замеры зон термического влияния участках реактора. Далее начинают подачу реагентов. Датчики считывают показания приборов. Проводят химический анализ газа. Подобные выше измерения проводят при других значениях различных параметров тех. Процесса, работы установок. Плазменный модульный газификатор [4] представлен на рисунке 1.

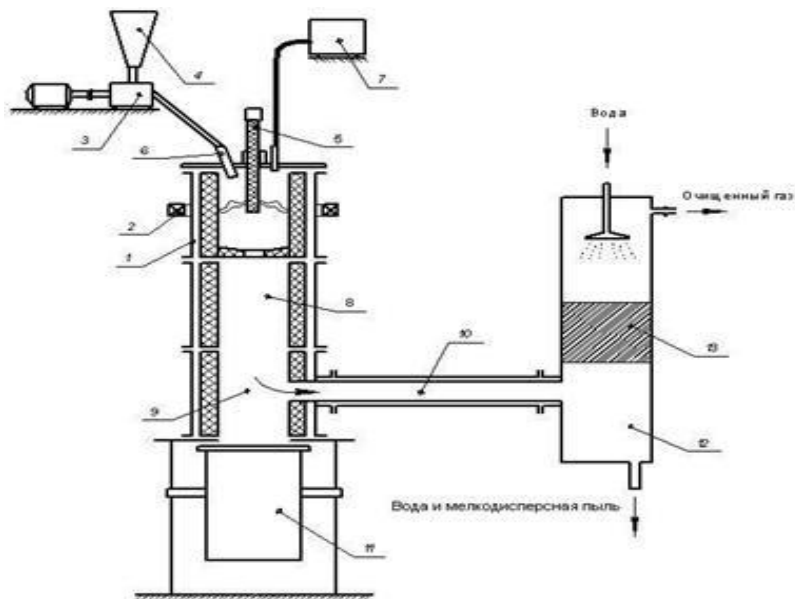


Рисунок 1. Плазменный модульный газификатор: 1 – реактор; 2 – магнитная катушка; 3 – дозатор; 4 – бункер сырья; 5 – катод; 6 – эжектор; 7 – парогенератор; 8 – камера муфеля; 9 – камера разделения; 10 – труба вывода газа

Плазмохимическое направление является малоисследованным в современной науке, на данный момент количество новых разработок, связанных с автоматизацией и управлением этими процессами является не достаточным для точного определения разложения матрицы плазмохимического процесса. Возможности управления процессами плазменного разложения аналогичны процессам управления сгорания в топочных автоматизированных устройствах. В ТЭК от применения существующих подходов управления процессами плазменного разложения требуется достижение следующих результатов:

- уменьшение вреда окружающей среде;
- сохранение эффективности использования топлива при соблюдении условий по уменьшению наносимого вреда окружающей среде.

Для достижения перечисленных результатов необходимо:

- получить данные о параметрах плазмохимического процесса;
- определить текущий режим переработки топлива;
- сформировать управляющие сигналы и алгоритм плазмохимического процесса.

Как правило, в расчетах данных фигурируют следующие технологические параметры: сила тока в дуге, расход воздуха, угля и пара. Сочетание этих компонентов и представляет научный интерес.

Альтернативными методами оптимизации режимов переработки твердых топлив являются методы условной оптимизации. Методы условной оптимизации направлены на поиск целевой функции путем нахождения оптимального целевого уровня в области допустимых значений целевой функции. Методы условной оптимизации можно разделить на методы линейной оптимизации и методы нелинейной оптимизации [5].

Для формирования задачи линейного программирования необходимо определить целевую функцию и систему ограничений. Зададим функцию уровня качества в следующем виде

$$F(Q) = F(c_i, w_i), \quad (1)$$

где: c_i – численное значение i -го показателя, w_i – коэффициент важности i -го показателя.

Коэффициент важности единичного показателя качества определяется системой линейных уравнений вида

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots a_{1n}x_n \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots a_{2n}x_n \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots a_{2n}x_n \end{aligned} \quad (2)$$

где: a_{ij} – это числовой коэффициент i -го столбца и j -ой строки, а x_j – это неизвестное значение для j -ой строки.

Для поиска оптимальных значений переменных в систему линейных уравнений вводится вектор ограничений b . При данных ограничениях задача принимает следующий матричный вид, при условии неотрицательности переменных [6].

$$A = \begin{pmatrix} a_{11}x_1 & a_{12}x_2 & \dots & a_{1n}x_n \\ a_{21}x_1 & a_{22}x_2 & \dots & a_{2n}x_n \\ \vdots & & & \\ a_{m1}x_1 & a_{m2}x_2 & a_{m3}x_3 & a_{mn}x_n \end{pmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix} \quad (3)$$

Уравнения могут быть связаны с ограничениями отношением равенства, не равенства и строгого неравенства.

Существуют следующие методы решения задач линейного программирования [7]:

- геометрический метод;
- симплекс метод;
- метод внутренних точек.

Целевая функция при использовании методов нелинейной условной оптимизации принимает нелинейный вид $F \inf, \sup(x)$, при условии $g_i(x) \geq 0, i = 1, \dots, m, h_i(x) \geq 0, i = 1, \dots, n$.

Область допустимых значений целевой функции находится на выпуклом множестве E_n . Функция выпукла на множестве [8], если $F[\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2] \leq \lambda F(x_1) + (1 - \lambda)F(x_2)$ для любых $x_1, x_2 \in S$ и $S \in (0,1)$.

Основным достоинством приведенных методов является определение объема перерабатываемого топлива при использовании ограниченного ресурса и последующее планирование режимов переработки топлива имеющихся ресурсов. Также приведенные методы позволяют учитывать в математической модели переработки топлива больше факторов, что позволит моделировать режим переработки топлива с большей точностью, чем существующие методы.

Существуют следующие методы решения задач нелинейного программирования [9], [10]:

- метод градиентного спуска;
- метод внутренних точек;
- метод Лагранжа.

Основной сложностью при применении условных методов оптимизации при планировании использования ресурсов, является правильное формирование области допустимых решений. Также стоит выделить проблему формирования ограничений b_i . Данные ограничения, как правило, формируются исходя из экономической политики предприятия и возможностей предприятия по переработке топлива.

Эффективность применения условных методов оптимизации, при поиске оптимальных решений подтверждено практическим опытом внедрения данных инструментов в такие проблемные области, как:

- выбор оптимального режима работы атомной электростанции;
- планирование логистики передвижения транспорта;
- выбор оптимального портфеля поставляемой продукции;
- выбор поставщика комплектующих элементов;
- проектирование конструкции.

Вывод. Плазмохимическая технология с применением алгоритма для автоматизации установки по переработки твердых видов топлива, имеет более широкие возможности, поскольку температура теплоносителя может достигать значений 3000-5000 К, а при высокой температуре ускоряются химические превращения углеводородов. В этом случае процесс энергии низкотемпературной плазмы восстановительного газа (водород, смеси водорода с метаном) осуществляется деструкция веществ, один из вариантов упорядочить – это процесс внедрение актуальной математической модели, на основании которой возможно управления зонами теплоносителя, что в последствии позволит повысить коэффициент полезного действия, установок по переработки твердых топлив на основании разложения плазмохимическим методом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов В. Н. Математическое моделирование плазмы, в системе «Компактный ТОР» ТРИНИТИ 2005.
2. Глущенко О. Н., Струев А. М. Экологические аспекты переработки твердых топлив. Записки Горного института т.209. стр. 116-118.
3. Зюба О. А., Глущенко О. Н. Обзор современных термических методов переработки горючих сланцев и экологические аспекты их применения [Электронный ресурс]: // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – Т.7. – №4. – http://www.ngtp.ru/rub/9/52_2012.pdf (дата обращения: 05.12.2012).
4. Глущенко О. Н., Струев А. М. Математическое моделирование плазмохимических процессов переработки твердых топлив предприятий топливно-энергетического комплекса / Глобальный научный потенциал 2015.
5. В. Е. Фортова. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Вводный том 2 (Раздел 5: Диагностика плазменных процессов). М.: Наука, 2000.
6. Коршунов, В. Н. Тисенко. Управление процессами и принятие решений: Учебное пособие – СПб. М.: Издательство политехника, 2008. 212 с.
7. Пипия Г. Т. Сравнительный анализ квалиметрических методов свертки. Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: Сборник докладов. М.: Издательство СПбГУАП/СПб, 2015. 241 с.
8. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения. М.: Радио и связь, 1992. – 504 с. (пер. с англ.).
9. Васильев Ф. П. Методы оптимизации. М.: Издательство «Факториал пресс», 2002. 824 с.
10. Козлов В. Н., Системный анализ, оптимизация и принятие решений. М.: Изд-во СПб. Политехн. ун-та, 2011. 244 с.

Zolotov Oleg Ivanovich

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg state university of telecommunications, Russia, Saint-Petersburg
E-mail: Oleg_1938@mail.ru

Strubev Alexei Mikhailovich

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg state university of telecommunications, Russia, Saint-Petersburg
E-mail: stryuev@mail.ru

Pipiya Georgii Tengizovich

Radioavionica Corporation Saint, Russia, Saint-Petersburg
E-mail: gogpipiy@ya.ru

Aspects mathematical modeling of plasma processes of solid fuels

Abstract. In the article is considered the process of plasma chemical decomposition of solid fuels, fuel-energy complex enterprises as the operation of a nonlinear dynamical system. This article is given the rationale control of the plasma decomposition process of solid. The main goal of application aspects is to identify the modes providing optimum conditions for solid fuels.

Keywords: plasma-chemical processes; solid fuel; the algorithm OGY; the chaotic evolution of the process; the turbulent regime