

ПРОЦЕСС ГАЗИФИКАЦИИ БУРЫХ УГЛЕЙ В УСТАНОВКАХ С ЦКС. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Лямцева И.В.

Донецкий национальный технический университет

E-mail: irina@fcita.dn.ua

This article represents a scheme of experimental device for half-carbonization and gasifying of brown coal. The technology for producing of fuel and synthesis-gas is observed. We have got mathematical model of gasifying process in the circulatory boiling layer and have determined controlled values and influences during process management basing on balance equation. Inter dependence between boiling layer phase input and output values was established.

Одним из направлений решения топливно-энергетической проблемы Украины является технологическая переработка низкокалорийных твердых топлив, в частности бурых углей и сланцев для получения топливного и пиролизного (синтез) газа.

Газификация твердого топлива – процесс превращения органического вещества топлива в горючий газ при воздействии на него свободного кислорода (воздух, кислород) или связанного кислорода (водяной пар, углекислый газ) [1].

Цель газификации – получение газообразного топлива из твердого. Особенно большое значение имеет газификация бурых углей, являющихся, в основной своей массе, низкосортным, многозольным, влажным, не выдерживающим длительного хранения, топливом. Газификация этих углей дает возможность получить из них высококачественное газообразное топливо и сырье для химической переработки.

За исходную выбрана предложенная в [2] схема опытно-промышленной установки для полукоксования и газификации бурого угля. Наиболее важным звеном всей технологической цепи переработки бурого угля является участок газификации.

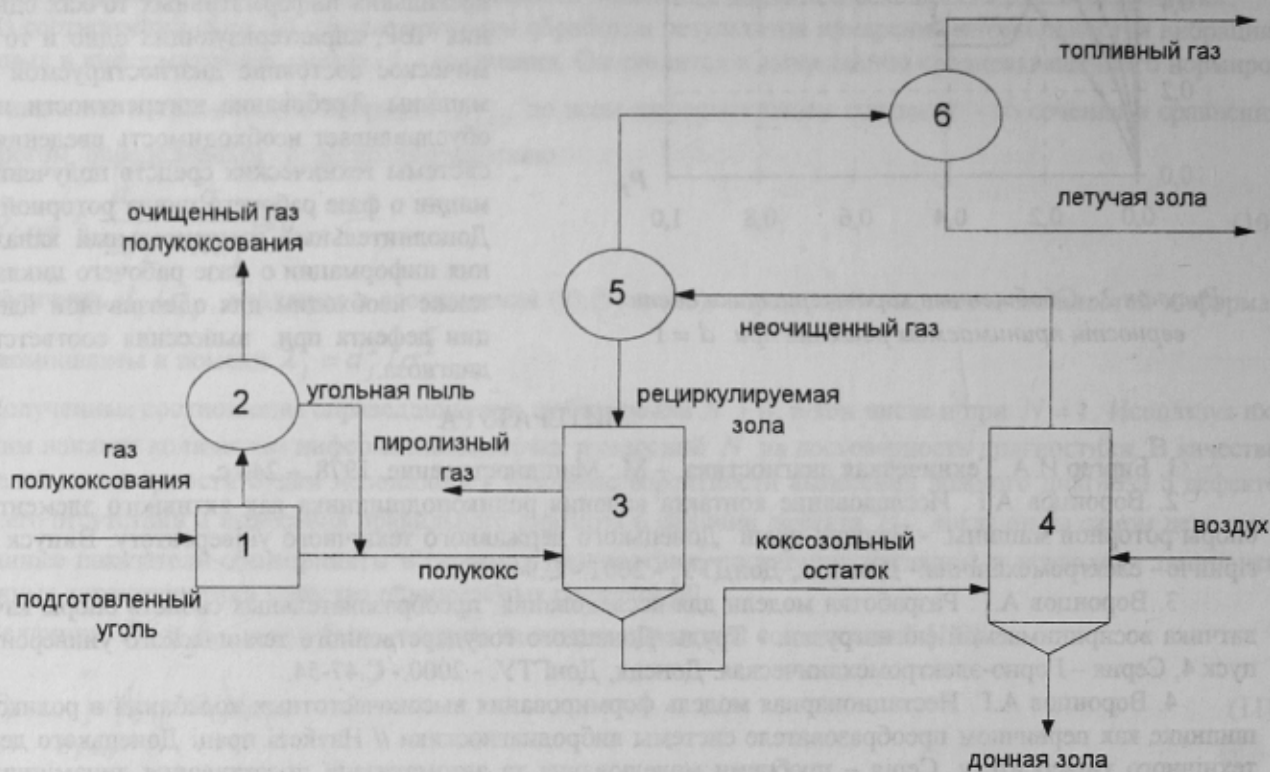


Рисунок 1 – Схема опытно-промышленной установки для газификации бурого угля

На рис. 1 показан участок установки для газификации угля. Данный участок является частью общей установки для полукоксования и газификации.

Уже подготовленный уголь (после дробилки и сушиллки) поступает в реактор полукоксования 1. За счет тепла сыпучего теплоносителя в полости реактора поддерживается температура 500°C, при которой происходит

процесс полукоксования с выделением газообразных продуктов. Газ полукоксования поступает в пылеулавливатель 2 для очистки.

Твердый остаток (полукокс) из ректора 1, а также угольная пыль из пылеулавливателя 2, поступают в пиролизер 3, куда также направляются непрореагировавшие частицы угля (рециркулируемая зола) из газогенератора 4. Пиролиз – это термическое разложение органических веществ в отсутствие воздуха. Для получения пиролизного (синтез) газа бурый уголь и сланцы проходят термическую переработку при 500-550°C.

Предполагается, что все летучие вещества выходят из угля в пиролизере 3. В газогенераторе 4 подается коксозольный остаток (КЗО) без летучих. В газогенераторе учитывается реагирование углерода с воздухом в кипящем слое и газообразных продуктов неполного сгорания углерода с непрореагировавшим углеродом в зоне пневмотранспорта. Уголь крупной фракции направляется в зону кипящего слоя, а мелкой – в зону пневмотранспорта. Воздух направляется под решетку кипящего слоя. Разделение потоков рециркулируемого КЗО и продуктов сгорания происходит в циклоне 5 зоны сепарации. Донная зола выводится из нижней части установки 4, летучая – в циклоне тонкой очистки 6.

Более детального рассмотрения требует непосредственно участок газификации угля. Предлагается комбинированная схема газификации угля в циркулирующем кипящем (псевдооживленном) слое (ЦКС) под давлением, что позволяет увеличить производительность и уменьшить габариты оборудования. Увеличение давления способствует также образованию метана и получению высококалорийного газа. Кроме того, организация процесса газификации при повышенном давлении (≈ 20 атм) позволяет создать комбинированные процессы получения газа и химических продуктов. Благодаря циркуляции система имеет следующие достоинства:

- более высокие технико-экономические показатели (удельные капитальные вложения, удельные энергозатраты) по сравнению с показателями для других установок;
- снижаются вредные выбросы в окружающую среду до международных норм (без применения после котлоагрегатов специальных устройств очистки продуктов сгорания от оксидов серы и азота);
- повышается термический КПД до 43-48%.

Для оптимизации технологического процесса газификации предлагается построить автоматизированную систему управления, позволяющую поддерживать оптимальный режим работы установки при минимальных затратах на управление. Понятно, что система управления будет состоять из нескольких подсистем:

- система управления процессом газификации в газогенераторе;
- система управления процессом пиролиза;
- система управления процессом сепарации.

В качестве контролируемых параметров для системы управления процессом в газогенераторе выступают качественный состав газа G_r , объемный выход газа Q_r , количество уносимых частиц Q_{yc} , температура уходящего газа T_r ; интенсивность подачи угля V_y , разгрузка донной золы $Q_{дз}$, возврат коксозольного остатка

$Q_{ко}$, интенсивность подачи воздуха V_B . Ясно, что интенсивность подачи угля является входной величиной, а возврат коксозольного остатка – выходной при управлении процессом пиролиза. На вход сепаратора поступает неочищенный газ, следовательно, входными величинами для данной системы являются температура и количество газа, количество уносимых частиц, а контролировать следует количество и качество очищенного газа.

Для разработки математической постановки задачи управления требуется построение общей математической модели процесса, из которой могут быть получены частные модели для отдельных каналов управления, необходимых для разработки локальных систем автоматического регулирования.

Известно множество способов и форм моделирования, как отдельных установок, так и целых технологических циклов. Но в том виде, как они представлены, они оказываются мало пригодными для синтеза высокоэффективных систем управления на базе компьютерных технологий. Особенно это наглядно при попытке применить эти методы и модели к многосвязным процессам с множеством прямых и обратных связей, с существенным запаздыванием, с неконтролируемыми возмущениями и нестационарными характеристиками и параметрами. А именно таковыми являются сложные процессы переработки бурых углей и химико-технологические процессы.

Использование дифференциальных и интегральных уравнений, уравнений в частных производных для систем с распределенными параметрами, стохастических методов математического описания и других аналитических методов моделирования производственных процессов вышеозначенного класса связано с серьезными временными затратами, требует привлечения специальных знаний высококвалифицированных специалистов и экспертов. Желание учесть в модели все наиболее существенные факторы, влияющие на процесс, делает ее очень подробной и детализированной, что сильно усложняет математический анализ и делает исследование либо чрезмерно громоздким, либо вообще нереализуемым. Однако такие модели, даже слишком детализированные и точные (по мнению специалистов) на стадии проектирования, в период эксплуатации

становятся малопригодными. Таким образом, временные, интеллектуальные и материальные затраты на создание этих моделей оказываются неоправданными.

Основным элементом системы управления является газогенератор. Концептуальной основой математической модели газогенератора с псевдооживленным слоем является многофазное представление процесса псевдооживления [3]. Ядро модели составляет система уравнений энергетических и массовых балансов пяти газовых реагентов (O_2 , CO_2 , H_2 , CO , N_2) для каждой из четырех фаз слоя: фазы пузырей, представляющей собой газ, проходящий через слой; плотной эмульсионной фазы, состоящей из смеси газа и частиц наполнителя; фазы шлейфа пузыря, включающей газ и твердые частицы; фазы угольной частицы.

На основании математической модели построена структурная схема, показывающая влияние управляющих воздействий на каждую из фаз процесса и, наоборот, влияние каждой из фаз на контролируемые величины (рис. 2).

Таким образом, получена многосвязная система управления процессом газификации, в которой на каждую из выходных переменных влияют несколько управляющих воздействий.

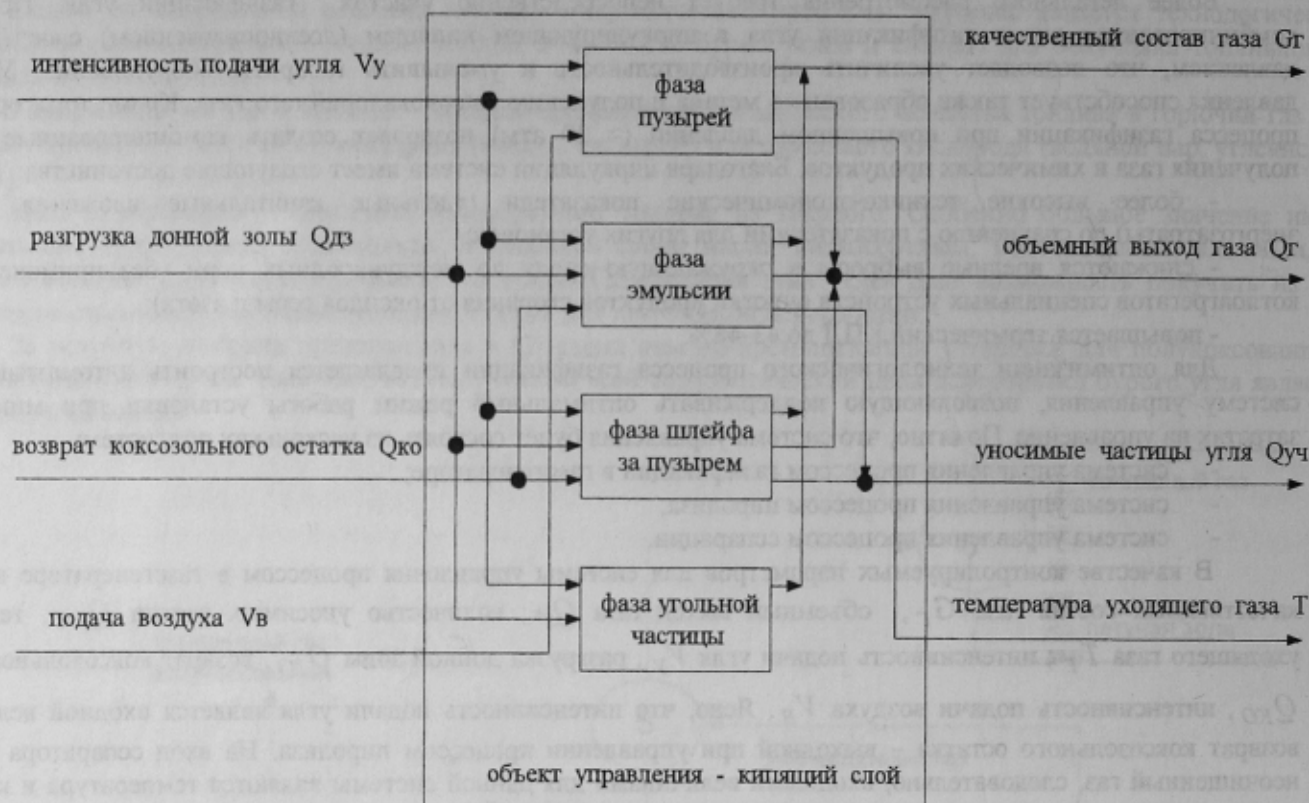


Рисунок 2 - Структурная схема взаимосвязи фаз кипящего слоя с выходными и входными величинами

Процесс газификации бурого угля сложен и зависит от многих факторов. Правильное понимание технологии и принципов управления дают возможность промоделировать и спроектировать автоматизированную систему для оптимизации процесса газификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маковецкий П.С. Бурые угли и продукты их термического разложения. – Киев, 1964. - 180 с.
2. Савинов М.М., Савинова О.М., Попов В.А., Новицкий П.Л., Остапенко М.А. Комбинированная установка для полукоксования и газификации бурых углей // Уголь Украины. - 1996. - № 5-6. - С. 23 -26.
3. Системный анализ процессов получения синтетических жидких топлив / Бродский С.Я., Евстафьев В.А., Кафаров Вяч. В., Четкин В.А. – М.: Химия, 1994. - 272 с.