

УДК 662.747

Потапов Б. Б., Пинчук В. А.

Национальная металлургическая академия Украины

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОКИСЛИТЕЛЯ  
НА ПРОЦЕСС ГАЗИФИКАЦИИ НИЗКОСОРТНЫХ УГЛЕЙ  
ГХК «ПАВЛОГРАДУГОЛЬ»**

Приведены результаты исследования влияния вида и параметров окислителя на состав образующихся продуктов и термодинамические характеристики системы. Исследования проведены в широком диапазоне температур в реакторе-газификаторе. Выполнено сравнение воздушной, кислородной и парокислородной газификации по составу и выходу генераторного газа. Полученные данные необходимы при проектировании газификаторов конкретного технологического назначения.

Рецензент: проф., д. т. н. Губинский М. В.

Энергетическая отрасль Украины обеспечена отечественным топливом менее чем на 50%. Современное положение энергетики и металлургии характеризуется значительным возрастанием доли низкосортных топлив в топливно-энергетическом балансе Украины. Непосредственное сжигание таких углей связано со значительными технологическими трудностями: уголь требует «подсвечивания» дефицитным мазутом или природным газом (до 30 % общего объема топлива), устаревшее теплоэнергетическое оборудование и низкое качество топлива обуславливают высокие затраты топлива на единицу произведенной энергии. По ряду характеристик уголь проигрывает нефти и природному газу. При сжигании он вырабатывает меньше энергии и выделяет больше загрязняющих атмосферу веществ. Поэтому возникает необходимость в разработке и внедрении технологий по переработки низкосортных углей.

Возможные технологии переработки должны эффективно использовать энергетический ресурс угля и минимизировать негативное влияние на окружающую среду. Среди возможных технических решений наиболее перспективным представляется газификация углей с последующей утилизацией побочных продуктов и тепловой энергии.

Одними из определяющих характеристик процесса газификации угля являются параметры окислителя (состав, количество, температура), которые определяет качество и количество получаемых целевых и побочных продуктов. Таким образом, возникает

необходимость анализа влияния этих параметров на процесс газификации угля.

Для изучения процесса газификации проведены исследования влияния состава и количества окислителя, наличия пара и температуры процесса на состав и количество образующегося генераторного газа. Исследование осуществлялось при помощи программы, предназначенной для определения характеристик равновесия, фазового и химического состава произвольных систем, [1].

Исследования проведены в рамках региональной программы по разработке направлений широкого использования углей Западного Донбасса в Приднепровском регионе и выполнены применительно к углю, добываемому на шахте им. Героев космоса, блок №2 (Донецкий угольный бассейн ГХК «Павлоградуголь»), [2].

Процесс газификации исследовался при постоянном давлении, равном  $P=0,1$  МПа и в температурном диапазоне 1073-2473К. В качестве окислителя использовался воздух, воздух, обогащенный кислородом, а также кислород с паром. Коэффициент расхода окислителя варьировался в диапазоне от 0,2 до 0,5, расход пара изменялся в пределах от 0,1 до 0,3 кг/кг угля. При расходах пара выше указанного в газе появляется значительное количество неразложившейся воды, что приводит к снижению температуры, а, следовательно, к ухудшению качества газа.

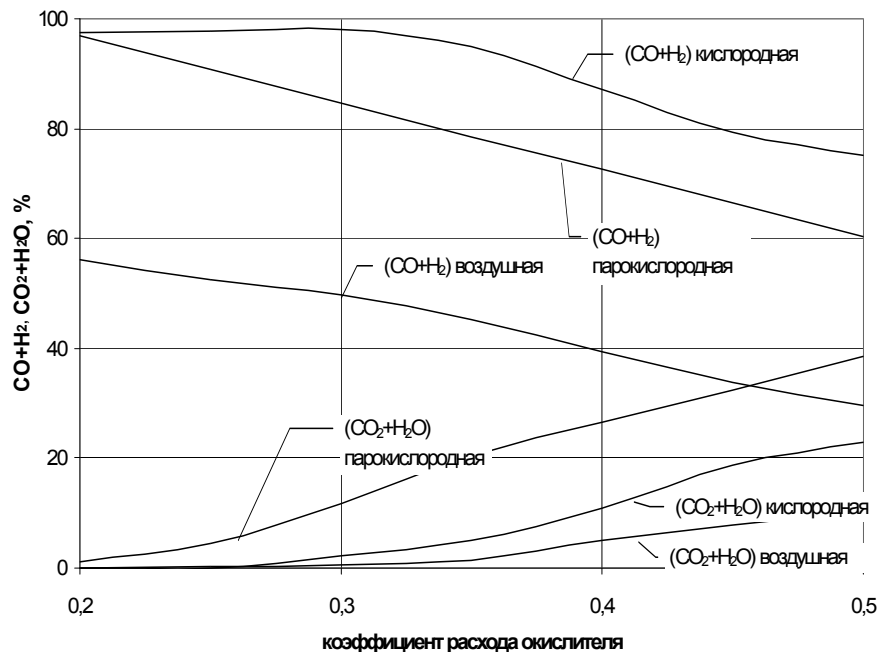


Рис. 1. Влияние коэффициента расхода окислителя на содержание восстановительных и окислительных компонентов в газе

На рисунке 1 приведены результаты исследования влияния коэффициента расхода окислителя на выход восстановительных и окислительных компонентов генераторного газа при температуре 1873 К для трех видов газификации. Анализируя полученные данные и графические зависимости, можно сделать следующие выводы. С увеличением концентрации кислорода в окислителе улучшается качество газа в связи, с чем уменьшается содержание балласта (азота). Коэффициент расхода окислителя существенно влияет на состав генераторного газа. По мере его увеличения сокращается содержание восстановительных компонентов, при этом увеличивается доля окислительных компонентов. При газификации предпочтительными режимами являются такие, при которых наблюдается максимальное содержание восстановительных компонентов в газе, весь углерод выгорел, а полученный газ окислен в минимальной степени. Для осуществления таких режимов для воздушной газификации необходим коэффициент расхода окислителя равный 0,3, для кислородной-0,25, для парокислородной газификации (при расходе пара 0,2 кг/кг угля)-0,2.

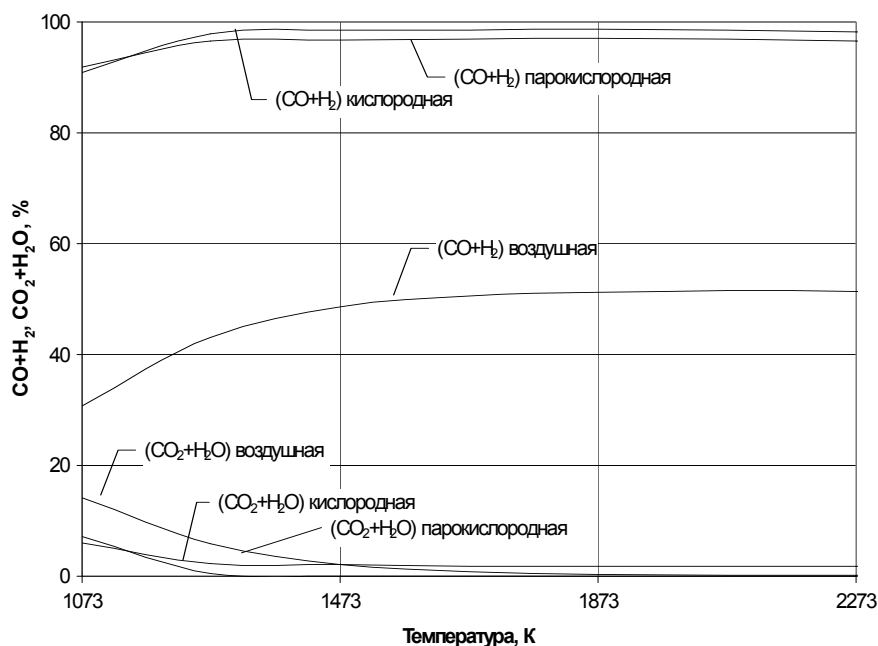


Рис. 2. Влияние температуры процесса на содержание восстановительных и окислительных компонентов в газе

На рисунке 2 показано содержание восстановительных и окислительных компонентов в газе при указанных коэффициентах расхода окислителя в исследуемом диапазоне температур. В области температур до 1673 К с ростом температуры наблюдается повышение

содержания восстановительных компонентов, с одновременным уменьшением содержания окислительных компонентов в газе и концентрации твердых частиц углерода. Увеличение температуры способствует повышению содержания  $\text{CO}+\text{H}_2$  в значительной степени для воздушной газификации (на 40,2 %) и в меньшей для кислородной газификации (на 7,9 %) и парокислородной газификации (на 5,3 %). При температурах выше 1673 К содержание  $\text{CO}+\text{H}_2$  и  $\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}$  практически стабильно. Повышение температуры процесса улучшает состав получаемого газа, оказывает положительное влияние на устойчивость процесса, благоприятствует использованию многозольных углей, позволяет организовать процесс жидкого шлакоудаления, [3].

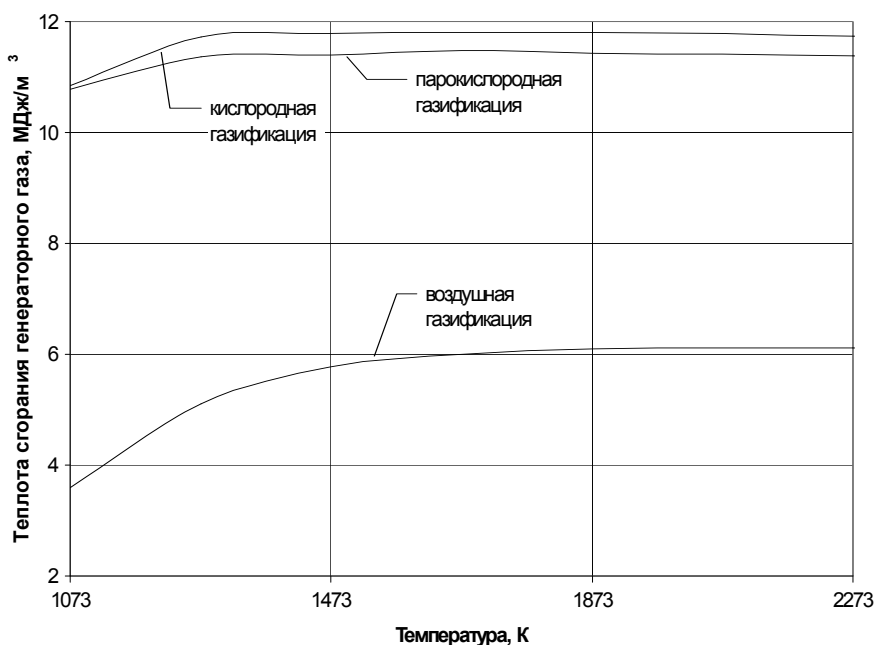


Рис. 3. Влияние температуры процесса на теплоту сгорания генераторного газа

Количественные и качественные различия в составе генераторного газа приводят к различной теплоте их сгорания. Эти данные представлены на рисунке 3. При температуре выше 1573 К теплота сгорания полученного генераторного газа практически не изменяется. Продукты кислородной газификации по теплоте сгорания в 2 раза превосходят продукты воздушной газификации и в 1,03 раза продукты парокислородной. Полученный генераторный газ в зависимости от теплоты сгорания и используемой технологии может использоваться как топливный газ, как восстановительный в

металлургическом производстве, при организации парогазовых циклов, а также как химическое сырье.

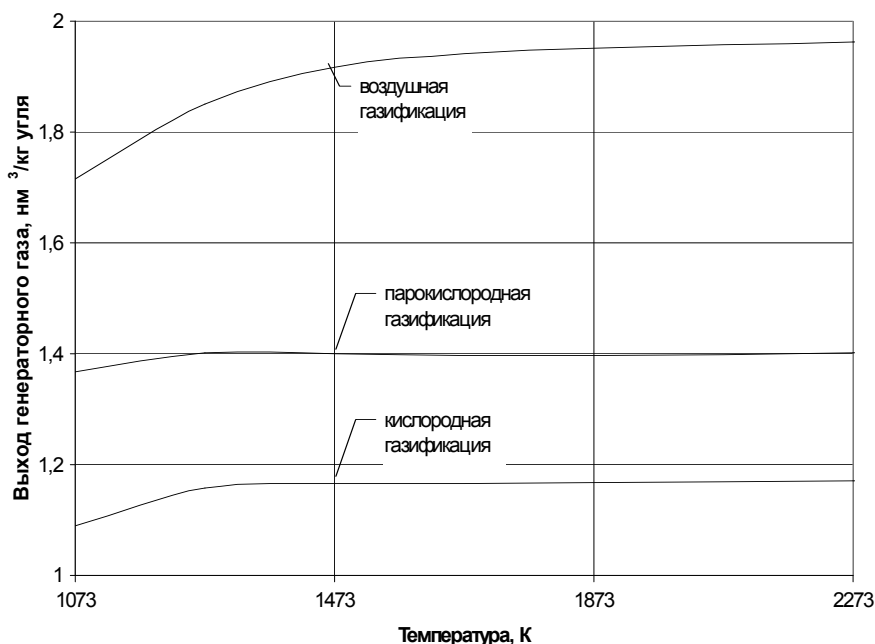


Рис. 3. Влияние температуры процесса на выход генераторного газа

На рисунке 4 показан выход генераторного газа в зависимости от температуры в реакторе для трех видов газификации. Характер выхода генераторного газа на единицу угля при росте температуры процесса для всех типов газификации аналогичен. Для кислородной и парокислородной газификации стабилизация выхода газа происходит при температуре 1473 К, а для воздушной газификации — при 1673 К. Наименьший выход газа наблюдается при кислородной газификации (1,17 нм³/кг угля). Добавление пара в процесс приводит к повышению выхода газа на 16,5 %. Выход газа при воздушной газификации составляет 1,97 нм³/кг угля.

Варьированием параметров окислителя в процессах газификации при любом заданном составе угля можно достичь требуемого состава газа. Принимая в качестве основных управляющих параметров для достижения требуемого состава генераторного газа содержание кислорода в окислителе и температуру процесса, можно поддерживать такой коэффициент расхода окислителя, который устанавливает необходимое соотношение восстановительных и окислительных компонентов в газе, определяемое технологией его использования.

Полученные результаты являются частью исследований, проводимых в области газификации и будут использоваться для дальнейших исследований, для моделирования процесса газификации, а также для разработки комплексной схемы переработки углей с утилизацией побочных продуктов, [4].

#### Литература

1. Синярев Г. Б., Ватолин Н. А., Трусов Б. Г., Моисеев Г. К. Применения ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов. – М: Наука, 1982.-263 с.
2. Потапов Б. Б., Пинчук В. А. Анализ энергетического потенциала процессов термической переработки низкосортных углей./ Інтегровані технології та енергозбереження/ Щоквартальний науково-практичний журнал. Харків: НТУ “ХПІ”, -2002, №2, 140 с., с. 29-33
3. Товаровский И. Г., Севернюк В. В., Лялюк В. П. Анализ показателей доменной плавки. – Днепропетровск: Пороги, 2000. – 420 с.
4. Потапов Б. Б., Пинчук В. А. Исследование образования серо- и азотосодержащих веществ в процессе газификации низкосортных углей// III MIĘDZYNARODNA SESJA NAUKOWA «NOWE TECHNOLOGIE i OSIAGNIĘCIA W METALURGII i INŻYNIERII MATERIALOWEJ» - Czestochowa (Polska).-2002, -146-149.