

УДК 628.477

ЭТАП ГАЗИФИКАЦИИ ОТХОДОВ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Азиханов С.С., кандидат технических наук, доцент

Богомолов А.Р., доктор технических наук, зав. кафедрой

Вилисов Н.Д., студент гр. ТЭб-181, IV курс

Макеева Т.С., студент гр. ТЭб-181, IV курс

Ушаков К.Ю., старший преподаватель, научный сотрудник

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

В настоящее время одной из важных задач сохранения экологического благополучия является решение проблемы утилизации отходов производства и потребления. Одним из наиболее масштабных загрязнителей являются отходы резинотехнических изделий (РТИ), к которым можно отнести транспортные ленты, шланги и составляющие 85-87% автомобильные шины[1]. В таких промышленных регионах как Кузбасс, с развитой добычей полезных ископаемых открытым способом, в числе отходов производства большую долю занимают отработанные шины карьерных автосамосвалов. Перспективной технологией их утилизации является технология, сочетающая последовательное проведение процесса пиролиза и газификации резиновой крошки. Однако для её внедрения в промышленность необходимо произвести исследования процессов пиролиза и газификации, с целью оптимизации технологической схемы. Так, в работе [2] авторами были представлены результаты процесса пиролиза резиновой крошки отходов РТИ. Следующим этапом технологии утилизации отходов РТИ и, соответственно, целью экспериментальных исследований, является процесс газификации твёрдого остатка процесса пиролиза.

Для проведения процессов углекислотной активации образующегося при пиролизе твердого углеродсодержащего материала использовалась экспериментальная установка (рис. 1), основанная на использовании реактора проточного типа периодического действия объёмом 100 см³.

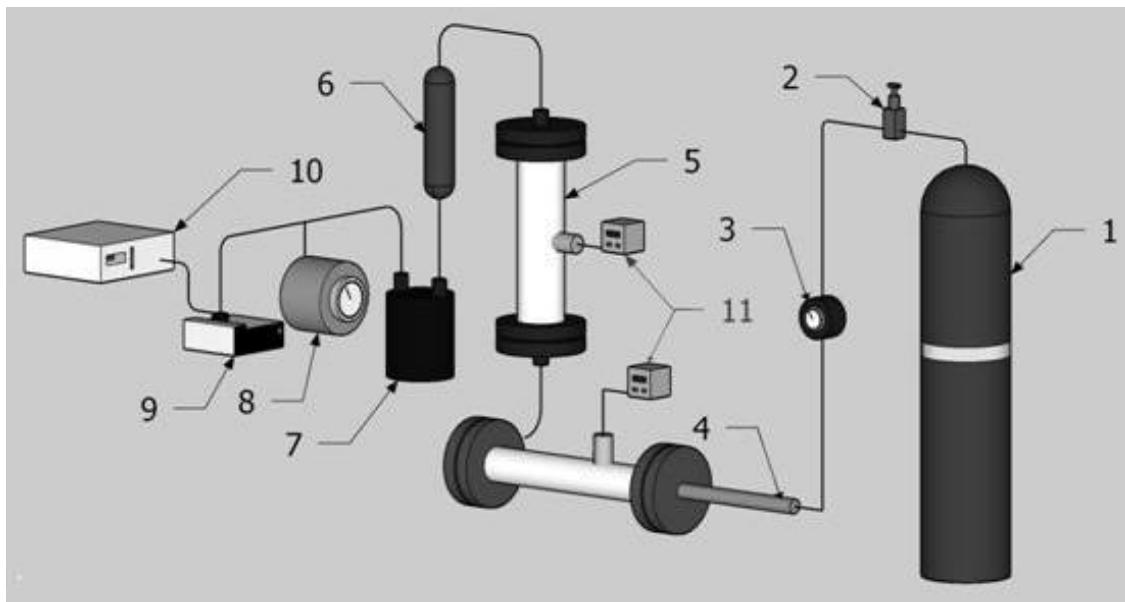


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – баллон с CO₂; 2 – вентиль; 3 – расходомер; 4 – подогреватель CO₂; 5 – реактор; 6 – теплообменник; 7 – сепаратор-отделитель; 8 – барабанный счётчик; 9 – перистальтический насос; 10 – газоанализатор, 11 – терморегулятор.

Для проведения термообработки в углекислотной среде в реактор 5 загружалось 8 г твердого остатка процесса пиролиза резиновой крошки РТИ, после чего осуществляли нагрев реакционной зоны. Температуру в реакторе измерялась термопарой, которая находилась в слое. Скорость нагрева составляла 8-12°C/мин, контроль осуществлялся с использованием терморегулятора 11. Нагрев до температуры начала процесса газификации (940, 960, 980 °C) осуществлялся без доступа кислорода в инертной среде. После достижения заданной методикой исследования температуры процесс газификации начинали открытием крана на баллоне 1 и подачей газифицирующего агента (CO₂) с расходом 0,1 л/мин. Перед поступлением в реакционную зону газифицирующий агент, проходя через подогреватель 2, подогревался до 100°C. Образующийся генераторный газ направляли через барабанный счетчик 6 для определения количества и в газоанализатор 7, для контроля состава образующегося газа. Для анализа состава генераторного газа использовался поточный газоанализатор ТЕСТ 1. В каждом эксперименте осуществлялось измерение начальной и конечной массы твёрдого остатка, которые были использованы для составления материального баланса.

Исходным сырьём для газификации была твёрдый остаток процесса пиролиза при температуре 700°C резиновой крошки фракции 2-3,5 мм [2]. Процесс газификации проводили при температуре 940°C, 960°C, 980°C продолжительностью 70 минут. Результаты определения материального баланса, а так же состав генераторного газа представлены в таблице 1.

Таблица 1. Количественные характеристики экспериментов.

Сырье	Фракция 2-3,5 мм после пиролиза $t= 700^{\circ}\text{C}$		
Температура, $^{\circ}\text{C}$	940	960	980
Масса загрузки, гр	8	8	8
Масса подаваемого газа, гр	9,96	9,96	9,96
Масса вышедшего газа, гр (%)	13,83 (65,6%)	14,17 (64,25%)	15,41 (68,5%)
Масса твердого остатка, гр* (%)	7,25 (34,4%)	7,9 (35,8%)	7,1 (31,5%)
Состав газообразных продуктов термообработки			
CO, %	32,20	46,00	51,80
CO ₂ , %	65,10	50,50	47,90
Теплота сгорания, МДж/нм ³	4,07	5,82	6,55

С увеличением температуры процесса газификации наблюдаюсь последовательное увеличение скорость конверсии с увеличением количества образующегося генераторного газа (табл.1). Теплота сгорания газов, рассчитанная с использованием формулы Менделеева, также увеличивается с повышением температуры на 2,48 МДж/нм³ при увеличении температуры от 940 до 980°С. Увеличение теплоты сгорания связано с увеличением содержания горючего компонента CO в составе получаемого газообразного продукта газификации (рис.2).

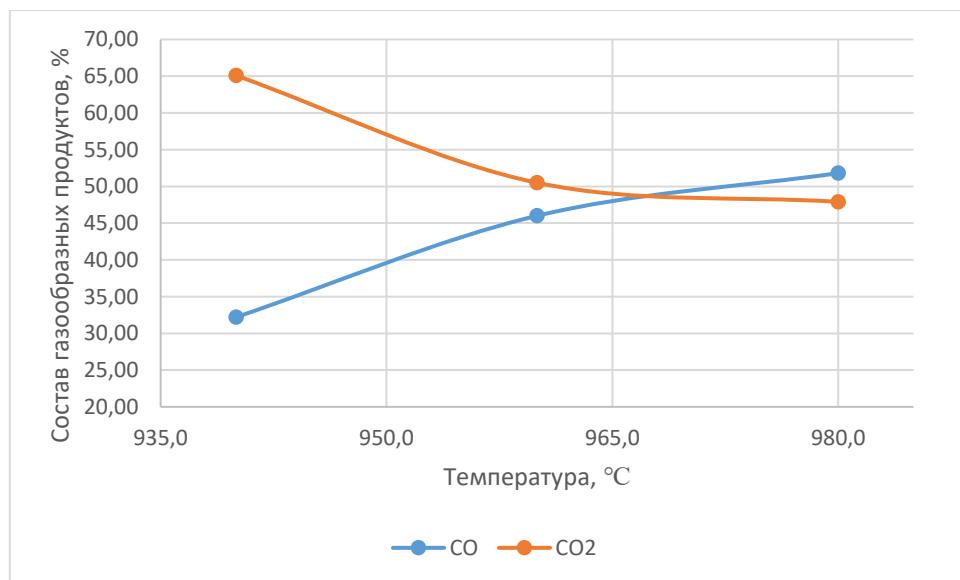


Рис.2. Зависимость количества газа от температуры.

Так, с увеличением температуры процесса газификации содержание CO в составе газа увеличилось на 19,6%, а содержание CO₂ уменьшилось на 17,2%. При этом так же увеличивался и общий выход газов. Твёрдые остатки процесса газификации были отправлены для определения текстурных характеристик и сорбционных свойств.

Список литературы

1. Рыбак Л.В., Алексеев Г.Ф., Бурцев С.В., Ефимов В.И., Корчагина Т.В., Шапранко Д.С. Углеродосодержащие сорбенты из отработанных шин для очистки карьерных вод // Уголь. – №7 (1108). – С. 62-67.
2. Пиролиз резинотехнических отходов/ЭНЕРГОСТАРТ. Материалы IV Всероссийской молодежной научно-практической конференции, 18-20 ноября 2021 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: Р.В. Беляеский (отв. редактор) [и др.]. – Кемерово, 2021