

УДК 662.764

Пинчук В.А., Шарабура Т.А., Потапов Б.Б.

**ОСОБЕННОСТИ ГАЗИФИКАЦИИ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА
В ГАЗИФИКАТОРАХ ЦИКЛОННОГО ТИПА**

Учитывая необходимость увеличения доли угля в топливно-энергетическом балансе Украины и экологические проблемы, возникающие при его использовании, создание технологий переработки и использования угля, которые позволят максимально использовать его преимущества, а также минимизировать сложность его применения, является перспективным направлением развития энергетики [1].

Одним из направлений для угольной энергетики может стать переход от прямого сжигания угля в топочных устройствах на приготовление из углей различных марок, в том числе и из отходов углеобогащения и шламов, водоугольного топлива. Водоугольное топливо имеет свойства, позволяющие заменять им твердое, жидкое и газообразное топливо в различных топливопотребляющих агрегатах без существенной их реконструкции, а при необходимости возможно совместное использование водоугольного топлива и других видов топлива – газа, мазута, угля.

Водоугольное топливо – искусственное композиционное топливо, представляющего собой дисперсную топливную систему, состоящую из тонкоизмельченного угля, воды и реагента-пластификатора. В зависимости от требований, предъявляемых потребителем, технологии производства топлива могут различаться весьма существенно (от измельчения до глубокого обогащения, термического и другого физико-химического воздействия на исходное сырье или промежуточные продукты). В процессе производства водоугольного топлива его твердая фаза (органическая масса угля, его минеральные составляющие, водонерастворимые химические присадки) при необходимости может быть существенно модифицирована в направлении повышения теплоты сгорания угольного вещества путем удаления из него кислородсодержащих соединений, существенного снижения зольности, уменьшения содержания серы и др. Технология производства водоугольного топлива позволяет получать топливо с заданными потребительскими свойствами. Теплота сгорания водоугольного топлива из каменных углей может достигать 21 МДж/кг, из бурых – 16 МДж/кг при содержании твердой фазы 50–70 % [2].

К преимуществам использования водоугольного топлива относится следующее: возможность использование низкосортных углей, углеотходов и шламов при изготовлении водоугольного топлива; взрыво- и пожаробезопасность на всех технологических стадиях приготовления и транспортирования; снижение вредных выбросов и уменьшение запыленности атмосферы угольной пылью; возможность длительного хранения и транспортировки с сохранением заданных свойств [2–4].

Широкому использованию водоугольного топлива препятствуют затраты на процесс получения топлива, нерациональные способы его термической переработки, что приводит к повышенным энергозатратам, необходимость создания инфраструктурного трубопроводов.

Одним из рациональных направлений использования водоугольного топлива является газификация. К преимуществам применения водоугольного топлива в целях газификации относят следующее: отсутствие потребности сушки угля с ее высокими энергозатратами; снижение потребности кислорода в процессе газификации; возможность безотказной автоматизации процесса подачи водоугольного топлива; снижение требований к безопасности процесса.

Для водоугольного топлива предлагается использование технологии поточной автотермической газификации в закрученном потоке, что обеспечивает высокую интенсивность процесса и высокую степень конверсии углерода. С целью определения основных параметров процесса газификации проведены исследования газификации водоугольного топлива (уголь 70 %, вода 29 %, реагент-пластификатор 1 %) при воздушном и кислородном дутье. Состав рабочей массы водоугольного топлива, для которого проводились исследования газификации, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав рабочей массы водоугольного топлива, %

С	Н	N	S	O	A	W	ПАВ
49,4	3,5	0,9	1,7	6,5	8	29	1

Исследовано влияние коэффициента расхода окислителя на температурный режим процесса газификации и образование восстановительных (CO и H₂) и окислительных (CO₂ и H₂O) компонентов генераторного газа при воздушной и кислородной газификации водоугольного топлива. Исследования проводились в диапазоне коэффициента расхода окислителя от 0,3 до 0,5 в широком диапазоне температур.

Исследованиями было установлено, что границы стабильного содержания восстановительных компонентов в генераторном газе определяются рациональным коэффициентом расхода окислителя для воздушной и кислородной газификации. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рациональные показатели процесса газификации водоугольного топлива

Показатели	Окислитель-воздух		Окислитель-кислород
	без подогрева	с подогревом	
Температура в реакторе, °С	1050–1100		
Состав газа, об. %			
CO+H ₂	32–34	42–43	82–83,6
CO ₂ +H ₂ O	14–15	9–10,5	15–15,5
N ₂	50–51	46,5	0,4
Теплота сгорания газа, МДж/м ³	4–4,2	5–5,1	9,9
Выход газа, м ³ /кг ВУТ	3,4	3,12	1,7
Расход ВУТ, кг на 1 м ³ газа	0,29	0,32	0,59
на 1 ГДж газа	7,17	6,36	5,91
Расход окислителя, м ³ на 1 кг ВУТ	2,19	1,83	0,35
на 1 м ³ газа	0,64	0,59	0,21
на 1 ГДж газа	15,7	11,6	2,08

Как видно из полученных данных, для воздушной и кислородной газификации исследуемого водоугольного топлива рациональным является коэффициент расхода окислителя равный 0,3–0,32. Анализ полученных данных позволил определить основные показатели процесса автотермической газификации водоугольного топлива при различных видах окислителя. Установлено, что процесс газификации целесообразно проводить при подогреве воздуха до 400–600 °С и подогреве водоугольного топлива до 150–200 °С. При газификации водоугольного топлива получается газ с содержанием 33–83 % восстановительных компонентов, 14–15 % окислительных компонентов и теплотой сгорания 4–9,9 МДж/м³ в зависимости от вида окислителя. Полнота проработки водоугольного топлива в процессе поточной газификации составляет 98,5–99,7 %, что значительно выше, чем при пылевидном сжигании угля (85–90 %).

Реализацию процесса газификации водоугольного топлива предлагается осуществлять в циклонном газификаторе. Предлагается применение двухкамерного циклонного газификатора с горизонтальной осью цилиндрических камер [5]. Ввод водоугольного топлива осуществлялся в первую камеру через ротационную форсунку, которая обеспечивает достаточно высокую степень распыливания топлива при относительно небольшом давлении, а окислитель, в количестве необходимом для выхода и горения летучих топлива, вводится тангенциально. Тангенциальный подвод энергоносителей обеспечивает интенсивную крутку потока в рабочем объеме [6]. В первой камере водоугольный поток встречается с потоком окислителя и происходит выход и горение летучих топлива. Продукты сгорания летучих и коксовый остаток через пережим поступают в камеру газификации. Вторичный воздух для газификации подается тангенциально по ходу движения потока продуктов предварительной переработки топлива из первой камеры. В результате термохимических процессов в объеме камеры происходит газификация топлива.

Как показали исследования использование водоугольного топлива предпочтительней и с экологической точки зрения. Исследовано влияние температуры в реакторе-газификаторе на образование серо- и азотосодержащих веществ при воздушной газификации. Сопоставление количества серо- и азотосодержащих веществ, образующихся при сжигании различных видов топлива, приведены в таблицах 3 и 4.

Представленные данные показывают, что наименьшее количество серо- и азотосодержащих веществ содержится в продуктах сгорания генераторного газа, полученного из водоугольного топлива.

Требования комплексной переработки являются важным компонентом эффективности технологии производства и использование водоугольного топлива. При термической переработке водоугольного топлива необходимо рациональное использование его минеральной части путем выделения редких элементов и для производства дорожно-строительных материалов. Таким образом, использование угля в виде водоугольного топлива для технологических и энергетических целей позволяет существенным образом улучшить теплотехнические и экологические показатели процесса термической переработки.

Таблиця 3 – Количество серо- и азотосодержащих веществ, образующихся при сжигании различных видов топлива

Вредное вещество	Количество некоторых вредных веществ в продуктах сгорания, мг/м ³		
	угля	водоугольного топлива	генераторного газа, полученного из ВУТ
S	2,52–8,89	0,997–3,95	0,252–0,845
SH	0,685–2,23	0,439–1,57	0,11–0,331
H ₂ S	0,0711–0,201	0,0779–0,239	0,0188–0,0477
HSO	0,0131–0,0361	0,00791–0,0241	0,00168–0,00451
SOH	0,141–0,344	0,0979–0,258	0,0194–0,0455
HSOH	0,00317–0,00743	0,00341–1,00854	0,000689–0,00151
COS	0,0614–0,183	0,0343–0,111	0,00863–0,0229

Таблиця 4 – Количество NO_x и SO_x в продуктах сгорания различных видов топлива

Вредное вещество	Количество вредных веществ в продуктах сгорания, г/м ³		
	угля	водоугольного топлива	генераторного газа, полученного из ВУТ
SO _x	570–663	570–590	60–100
NO _x	389–519	218–308	239–343

Литература

1. Потапов Б.Б., Пинчук В.А. Проблемы и перспективы использования в металлургии углей и продуктов их переработки // Интегровані технології та енергозбереження. –2006.– №2.– С. 122–125.
2. Трубецкой К.Н. Проблемы внедрения водоугольного топлива в России // Уголь. – 2004.– №9.– С. 41–46.
3. Делягин Г.Н, Петраков А.П., Головин Г.С, Горлов Е.Г. Водные дисперсионные системы на основе бурых углей как энергетическое и технологическое топливо //Российский химический журнал. – 1997.– №6.– С. 72–77.
4. Саламагин А.Г. О состоянии и перспективах использования водоугольного топлива в России //Уголь. –2000.– №3.– С. 10–15.
5. Пинчук В.А., Губинский М.В., Потапов Б.Б. Использование водоугольного топлива и продуктов его переработки в энергетике и металлургии // Металургійна техніка: Збірка наукових праць Національної металургійної академії України.–Дніпропетровськ: «Нова ідеологія».–2008.–с. 221–227.
6. Циклонные топки / Под ред. Кнорре Г.Ф, Наджарова М.А. – М.: Государственное энергетическое издательство, 1958.– 216 с.

УДК 662.764

Пінчук В.О., Шарабура Т.А., Потапов Б.Б

ОСОБЛИВОСТІ ГАЗИФІКАЦІ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА В ГАЗИФІКАТОРАХ ЦИКЛОНОГО ТИПУ

Проведено аналіз характеристик водовугільного палива й особливостей його термічної переробки. Представлено результати досліджень процесу потокової газифікації водовугільного палива і розглянуті екологічні аспекти його переробки. Розглянуто особливості конструкції газифікатора циклонного типу стосовно для водовугільного палива.

Pinchuk V.O., Sharabura T.A., Potapov B.B.

THE FEATURES OF WATER-COAL FUEL GASIFICATION IN CYCLONE-TYPE UNITS

The analysis of water-coal fuel and its conversion process features was carried out. The results of water-coal fuel gasification-in-stream are presented and environmental scope of problem is discussed. The design features of cyclone-type unit for water-coal fuel gasification are discussed too.