

УДК 662.73

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ ПРИ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ КОНВЕРСИИ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ ПОВОЛЖЬЯ

¹Мракин А.Н., ¹Селиванов А.А., ¹Морев А.А., ²Мингалеева Г.Р.,
²Галькеева А.А., ³Савельев В.В.

¹ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.», Саратов;

²ФГБУН «Казанский научный центр РАН», Казань;

³ФГБУН «Институт химии нефти СО РАН», Томск, e-mail: anton1987.87@mail.ru

Проведен анализ потребностей промышленности в технологических газах. Указан альтернативный источник их получения на базе термохимической конверсии горючих сланцев. Рассмотрены качественные характеристики сланцев основных месторождений Поволжья и приведены основные технологии конверсии в энергоносители и материалы.

Ключевые слова: горючий сланец, пиролиз, газификация, реактор, теплоноситель, технологический газ, парогазовая смесь, энергоэффективность

PRODUCE PROCESS GASES AT OIL SHALE OF THE VOLGA REGION THCHEMICAL CONVERSION

¹Mrakin A.N., ¹Selivanov A.A., ¹Morev A.A., ²Mingaleeva G.R.,
²Galkeeva A.A., ³Savelev V.V.

¹Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov;

²Kazan Scientific Center RAS, Kazan;

³Institute of Petroleum Chemistry SB RAS, Tomsk, e-mail: anton1987.87@mail.ru

The analysis of the needs of industry in the process gases. Set an alternative source for their preparation on the basis of thermochemical conversion of oil shale. The qualitative characteristics of the main shale deposits of the Volga region and provides the core technology in the conversion of energy and materials.

Keywords: oil shale, pyrolysis, gasification, reactor, coolant, process gas, gas-vapor mixture, energy efficiency

Потребность в топливе растет в энергетике, химической промышленности, металлургии и в других отраслях народного хозяйства. Так как рост потребности превышает рост добычи традиционных углеводородов, дефицит топлива будет нарастать, и вызывать постоянное его удорожание. Это будет способствовать широкому вовлечению в топливно-энергетический баланс низкосортных местных видов топлива и в первую очередь твердых его видов – бурых углей, горючих сланцев, торфов и пр. [1].

При этом современная наука предлагает новые технологические процессы и схемы, обеспечивающие существенное повышение эффективности использования основных видов природного органического топлива с одновременным значительным сокращением загрязнения окружающей среды вредными выбросами [2]. При этом в качестве головных процессов предлагается использовать пиролиз или газификацию, получаемые в результате этого твердые, жидкие и газообразные вещества могут быть использованы как ценные продукты различного назначения в зависимости от потребностей промышленности.

В свете вышесказанного особую значимость в качестве сырья приобретают горючие сланцы. Так в Приволжском федеральном округе Государственным балансом учитываются 40 месторождений и участков горючих сланцев, расположенных в Ульяновской, Самарской, Саратовской и Оренбургской областях, с суммарным балансовым запасами кат. А + В + С₁ – 1233,236 млн т, С₂ – 2001,113 млн т, забалансовыми – 468,753 млн т.

Преобладающая часть балансовых запасов горючих сланцев округа (53,9%) находится на 24 участках для подземной отработки в Самарской области. Несколько меньшая часть балансовых запасов горючих сланцев округа (30,5%) учитывается на 4 участках для открытой разработки Оренбургской области, 6 участках для подземной и одном – для открытой разработки в Саратовской области (11,7%) и на пяти участках для подземной разработки в Ульяновской области (3,9%).

Балансовые запасы горючих сланцев пяти объектов для открытой разработки составляют 33,8% от таковых по Приволжскому федеральному округу. Остальные

балансовые запасы горючих сланцев округа учитываются на 35 объектах для подземного способа отработки. Однако не только в указанных областях обнаружены горючие сланцы но и в республике Татарстан (табл. 1), республике Башкирия и др. причем все они одного геологического возраста – юрского периода.

Однако наибольший интерес представляют характеристики горючего сланца Кашпирского месторождения (табл. 2) единственного на сегодняшний день из разрабатываемых промышленно.

На рис. 1 представлена принципиальная технологическая схема процесса, а в [1] – принцип работы.

Таблица 1

Характеристика горючих сланцев Республики Татарстан [3]

Показатель, ед. изм.	Месторождение	
	Bouinsk	Levosviyazh
Аналитическая влага, масс. %	нет данных	6,9
Зольность на сухую массу / углекислота карбонатов, масс. %	65,0 / 11,0	68,3 / 8,3
Содержание серы, масс. %	8,0	6,2
Элементный состав керогена, %		
C	61,3	61,8
H	7,3	7,0
S	4,3	} 31,2
N + O	26,7	

Таблица 2

Характеристика Кашпирского горючего сланца

Наименование показателя, ед. изм.	Значение
Влага на рабочую массу, масс. %	20,0
Содержание карбонатной углекислоты, масс. %	7,0
Зола прокаливания, масс. %	65,0
Условная органическая масса, масс. %	28,0
Сера общая, масс. %	3,5
Выход смолы в стандартной алюминиевой реторте, масс. %	10,0

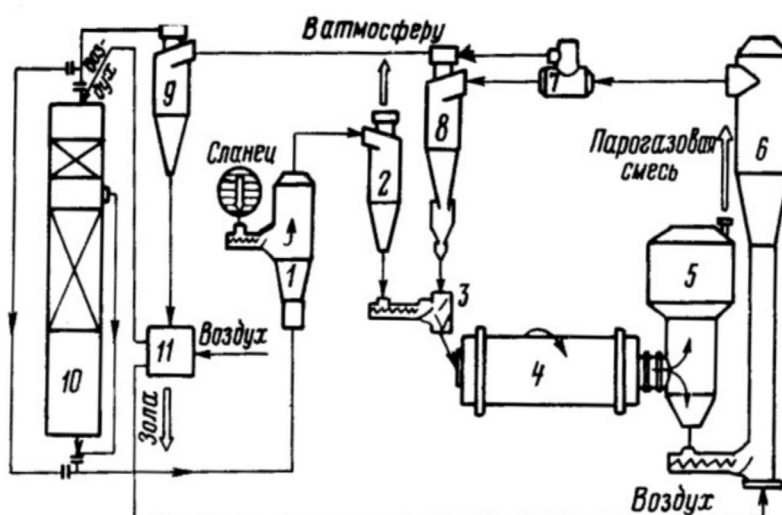


Рис. 1. Технологическая схема термической переработки сланца в агрегате УТТ-3000:
 1 – аэрофонтанная сушилка; 2 – циклон сухого сланца; 3 – смеситель; 4 – барабанный реактор;
 5 – пылевая камера; 6 – технологическая топка; 7 – байпас; 8 – циклон теплоносителя;
 9 – зольный циклон; 10 – котел-утилизатор; 11 – зольный теплообменник

Основными товарными продуктами термической переработки 1 т сланца, имеющего теплоту сгорания $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 8,4$ МДж/кг, являются:

- 1) жидкое малосернистое и малозольное котельное топливо с теплотой сгорания 37,0 МДж/кг в количестве 90 кг;
- 2) жидкое газотурбинное топливо с теплотой сгорания 39,0 МДж/кг в количестве 40 кг;
- 3) газ полукоксый с теплотой сгорания 46,1 МДж/м³ в количестве 39,6 м³;
- 4) газовый бензин с теплотой сгорания 41,2 МДж/кг в количестве 7,9 кг.

При этом технологический газ отделяемый в аппарате 5 может стать альтернативой нефтяному сырью в следующих процессах: производство метанола; синтез этиленгликоля и глицерина; каталитический синтез метана, получение этилена и этана; синтез предельных, непредельных и высших углеводородов и ряд других [4].

Вопросы эффективного использования топлива при комплексной его переработке с производством электрической и тепловой энергии, синтез-газа, водорода, химических продуктов всегда находились в центре внимания отечественных и зарубежных теплоэнергетиков. В [5] проведены исследования по комплексной переработке Поволжских горючих сланцев в газогенераторах Lurgi на парокислородном и паровоздушном дутье под давлением до 2 МПа. Полученный газ в основной своей части состоит из горючих

газов, смолы и газового бензина, его теплота сгорания достигает 16 МДж/м³. Схема парогазовой установки на продуктах газификации показана на рис. 2.

Для указанной схемы выполнена оптимизация схем и рабочих параметров газификации сернистых сланцев Поволжья для использования в ПГУ. При этом ее отличает довольно высокая экономическая эффективность (в ценах 2005 г.): ЧДД = 2082,28 млн руб., т.е. в 3,9 раза выше, чем аналогичная установка на природном газе, индекс доходности больше на 28,9%, а срок окупаемости на полгода меньше.

Особую значимость на сегодняшний день приобретает установки для термической переработки сланца на базе трубчатых реакторов типа газозвесь (рис. 3) [7]. Принцип работы установки детально изложен в [7].

Данная установка дает возможность эффективно управлять процессом термической обработки твердого топлива и получать продукты требуемого качества. Для этого используются высокоскоростные режимы нагрева топливной газозвеси в трубчатых реакторах и охлаждения получаемых парогазовых целевых продуктов в закалочном теплообменнике. Изменяя температурный уровень и время пребывания того и другого потоков в зоне тепловой обработки, можно влиять на состав получаемых продуктов.

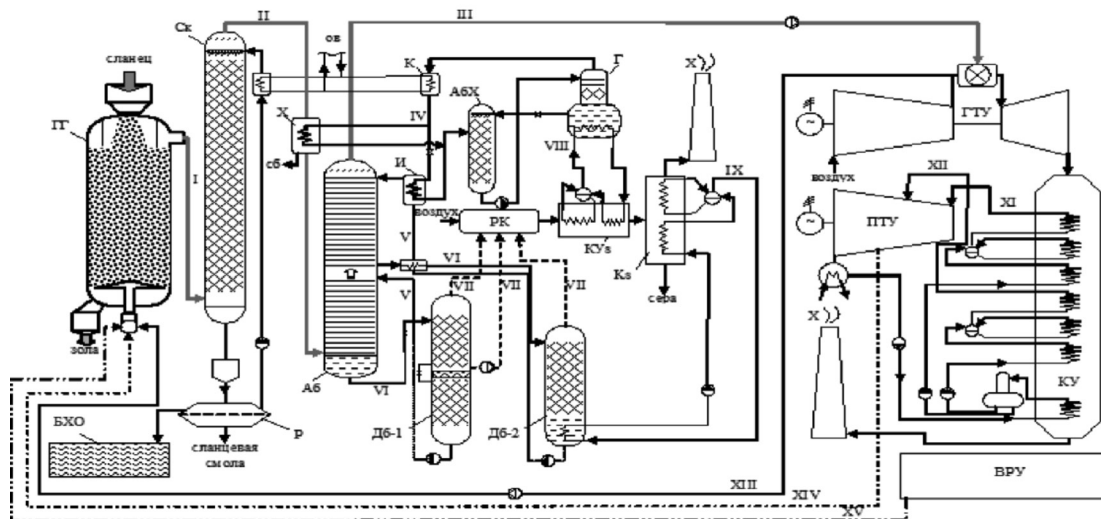


Рис. 2. Принципиальная схема ПГУ с внутрицикловой газификацией горючих сланцев: ГГ – газогенератор; Ск – скруббер очистки парогазовой смеси от смоляных продуктов и водяных паров; Х – предварительный холодильник; Аб – абсорбер тонкой очистки от кислых газов; Дб-1, Дб-2 – десорбер первой и второй ступени очистки; И – испаритель водоаммиачной АбХМ; АбХ – абсорбер АбХМ; К – конденсатор АбХМ; Г – генератор АбХМ; РК – реакционная камера установки производства серы; КУ – котёл-утилизатор установки производства серы; Кс – конденсатор серы; Р – разделитель жидкостей; БХО – система биохимической очистки сточных вод; ВРУ – воздуходелительная установка; ов – охлаждающая вода; сб – сланцевый бензин

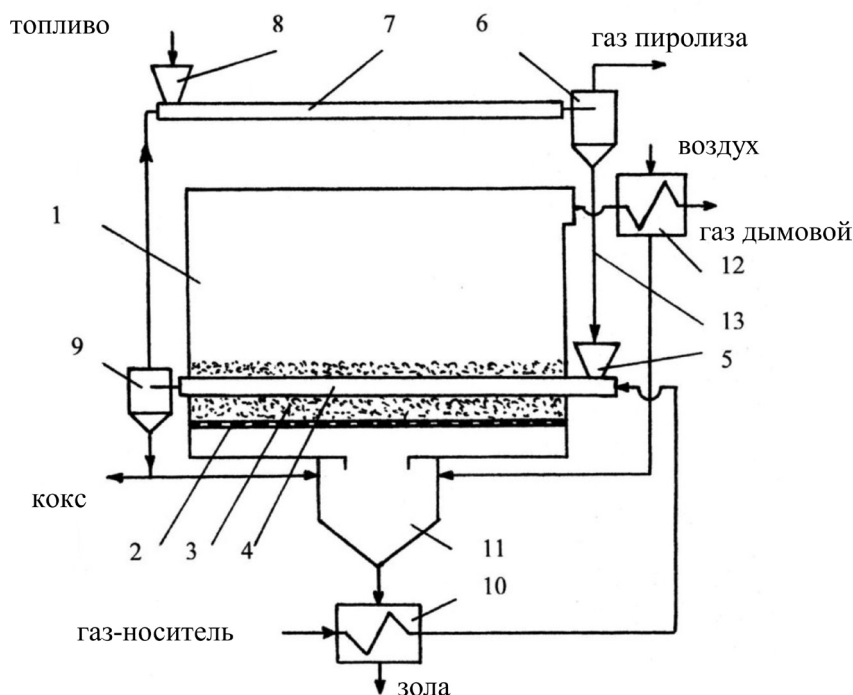


Рис. 3. Схема установки пирогазификации: 1 – корпус; 2 – решетка газораспределительная; 3 – кипящий слой; 4 – трубчатые реакторы; 5, 8 – питатели-дозаторы; 6, 9 – сепараторы; 7 – теплообменник закалочный; 10 – теплообменник зольный; 11 – точка технологическая; 12 – теплообменник «газ-воздух»; 13 – стойка

Для дозированной подачи топливных частиц в реакторные трубы может быть использован кипящий слой. Подобного типа дозаторы успешно используются для питания угольной пылью горелок крупных энергетических котлов.

Существующие и разрабатываемые способы пирогазификации позволяют превратить в горючие газы 60–70% углерода, имеющегося в твердом топливе. Остальное количество расходуется в процессе горения для получения тепла, необходимого для осуществления эндотермических реакций газификации.

Заключение

Показана перспективная возможность замены традиционных источников углеводородов для получения технологических газов с использованием ресурса горючих сланцев. Приведены наиболее изученные схемы комплексного использования горючих сланцев для получения энер-

гоносителей, электрической и тепловой энергии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта №15-48-02313 «р_поволжье_a».

Список литературы

1. Панов В.И. Повышение эффективности электроэнергетики за счет энерготехнологических схем топливоиспользования (Обзор). – М.: Информэнерго, 1975. – 61 с.
2. Блохин А.И. Зарецкий М.И., Стельмах Г.П., Фрайман Г.В. Энерготехнологическая переработка топлив твердым теплоносителем – М.: Светлый СТАН, 2005. – 336 с.
3. Urov K., Sumburg A. Characteristics of oil shales and shale-like rocks of known deposits and outcrops // Oil Shale. 1999. – Vol. 16, № 3. – 64 p.
4. Капустин М.А., Нефедов Б.К. Окись углерода и водород – перспективное исходное сырье для синтезов продуктов нефтехимии. – М.: ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ, 1981. – 60 с.
5. Янов А.В. Оптимизация состава оборудования и рабочих параметров газификации сернистых сланцев Поволжья для использования с ПГУ: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Саратов, 2005. – 20 с.
6. Косова О.Ю. Разработка и моделирование установки для термической обработки горючих сланцев: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Саратов, 2008. – 19 с.