

БУРОУГОЛЬНЫЙ ПОЛУКОКС БЕРЕЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАНСКО-АЧИНСКОГО БАССЕЙНА: ПРОИЗВОДСТВО, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

А.Е. Аникин, старший преподаватель
Г.В. Галевский, д.т.н., профессор
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

В настоящее время наблюдается дефицит каменноугольного кокса, а с другой стороны – переизбыток энергетических углей на топливном рынке [1]. Поэтому перспективным направлением является замена кокса исходными и переработанными энергетическими углями. Особенно интересны бурые угли ввиду их огромных запасов и дешевизны. Однако при использовании исходных бурых углей возникает ряд проблем: удаленность металлургических предприятий от буроугольных месторождений, что приводит к невозможности поставок бурого угля (высокая влажность, пыление, опасность самовозгорания и т.д.) [2, 3]. Высокие влажность (27-38 %) и выход летучих веществ (45-48 %) бурого угля [4] осложняют его прямое использование в металлургических процессах. Очевидна необходимость предварительной обработки бурого угля перед использованием. Сушка и брикетирование не позволяют снизить выход летучих веществ [2]. Снизить его можно с помощью глубокой термической переработки до температур 750-800 °С [2]. При этом образуется буроугольный полукокс (БПК) – продукт, обладающий необходимыми свойствами для его применения в металлургических процессах.

Бурые угли Канско-Ачинского бассейна (КАБ) перспективны для производства из них БПК ввиду их огромных запасов (прогнозные ресурсы – 309,9 млрд. т или 23,4% от запасов России), низких зольности (3,4-22,3 %) и содержания серы (0,1-2,2 %) [5], а также благоприятного состава золы (СаО+МgО до 55 %) [6]. В составе КАБ выделяются угли Березовского месторождения. Березовское месторождение обладает значительными балансовыми запасами – 2453,2 млн. т. [7]. Разработка осуществляется открытым способом на разрезе «Березовский-1» проектной мощностью 55 млн. т/год [8], производственной мощностью 13,5 млн. т/год [9]. Толщина разрабатываемого угольного пласта – до 70 м [7]. Это, в сочетании с благоприятными условиями залегания [9], обуславливает высокую среднемесячную производительность – порядка 575 т/чел. [10] и добычу угля до 7,5-8,0 млн. т/год [11]. Разрез динамично развивается – за 10 лет, с 2002 по 2011 гг. добыча угля выросла на 32 % [10]. Березовское месторождение находится на юго-западе Красноярского края в непосредственной близости к Кемеровской области. Также рядом проходит Транссибирская железнодорожная магистраль, позволяющая орга-

низывать доставку в другие регионы. Угли Березовского месторождения также имеют благоприятный состав и свойства: низкие зольность (5,6 %) и содержание серы (0,2-0,7 %), высокая теплота сгорания (16,0 МДж/кг) [7], содержание в золе $\text{CaO}+\text{MgO}$ до 55 % [6].

Известны различные технологические варианты производства БПК. На заводе «Сибэлектросталь» в конце 60-х гг. был освоен в опытно-промышленном масштабе энерготехнологический способ, заключающийся в нагреве тонкоизмельченного угля комбинированным теплоносителем: в стадии подготовки – газовым, в стадии полукоксования – твердым. Этот метод позволяет получать мелкозернистый и пылевидный БПК (~ 80 % кл. 0,3-0,5 мм) [5, 12]. В Югославии в 60-е гг. применялся способ, по которому бурый уголь обогащают, дробят до класса 0-5 мм, сушат в кипящем слое до влажности 6-12 % и далее подают на установку полукоксования Лурги-Рургаз в реактор с кипящим слоем, где в качестве теплоносителя используется полукок с температурой 530 °С [12]. На Ангарском нефтехимическом комбинате, Ленинск-Кузнецком заводе полукоксования, а также в Германии в 60-70-е гг. получил распространение процесс полукоксования в вертикальных шахтных печах системы Лурги с внутренним обогревом. В качестве газа-теплоносителя используется сжигаемый газ полукоксования [12]. В настоящее время одним из перспективных способов получения БПК считается технология «ТЕРМОКОКС» [13], предусматривающая частичную газификацию углей (окислительную карбонизацию) либо в слоевых реакторах («ТЕРМОКОКС-С», «ТЕРМОКОКС- O_2 »), либо в кипящем слое («ТЕРМОКОКС-КС»). Продукты – БПК, генераторный газ (либо синтез-газ) и тепловая энергия. Процесс «ТЕРМОКОКС-С» в 1996 г. реализован в опытно-промышленном масштабе в г. Красноярск (ЗАО «Карбоника-Ф»). Процесс «ТЕРМОКОКС-КС» в 2007 г. реализован в промышленных условиях в котельной Березовского разреза (ОАО «СУЭК», Красноярский край) [1, 2, 8-11, 13]. По технологии «ТЕРМОКОКС» перерабатываются бурые угли Березовского месторождения КАБ, хотя технология позволяет перерабатывать угли и других месторождений.

БПК, полученный из углей Березовского месторождения, имеет следующие свойства: $A^d = 8,9 \%$, $V^{daf} = 9,5 \%$, $S^d = 0,16 \%$, $P^d = 0,005 \%$, $C_{fix} = 82,4 \%$; элементный состав, %: $C^{daf} = 92,45$, $H^{daf} = 1,59$, $N^{daf} = 1,10$, $O^{daf} = 4,68$, $S^{daf} = 0,18$; $Q_H^r = 28500$ кДж/кг; химический состав золы, %: $\text{SiO}_2 = 19,0$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10,5$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5,8$, $\text{CaO} = 46,6$, $\text{MgO} = 5,4$, $\text{SO}_3 = 4,4$, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} = 2,8$; пористость 49,9 %, удельная поверхность 264 м²/г, насыпная плотность 0,51 г/см³, реакционная способность по CO_2 при 1000 °С 3,72 см³/(г·с) [6]. Таким образом, БПК отличается уникальными физико-химическими свойствами.

БПК применяется: в качестве бездымного высококалорийного топлива [1-3, 5, 10, 11, 13], в качестве сырья для производства водорода путем газификации [5], в качестве восстановителя в металлургических процессах (в ферросплавной промышленности; в доменном производстве в качестве пы-

леугольного топлива; в качестве восстановителя для недоменного получения железа из руд) [1, 2, 5, 8, 10, 11, 13], в качестве добавки в шихту для коксования [5], в качестве углеродного сорбента [13], как высококалорийный компонент смесевых топлив, например, для обжига цементного клинкера или для спекания глинозема [1].

Таким образом, буроголовый полукокс Березовского месторождения КАБ представляет собой продукт с уникальными свойствами, имеющий перспективный рынок сбыта во многих отраслях промышленности.

Список литературы:

1. Исламов С. Р. Экономический кризис как побуждение к глубокой переработке угля / С. Р. Исламов // Уголь. – 2013. - № 2. – С. 46 – 48.
2. Исламов С. Р. Переработка низкосортных углей в высококалорийное топливо / С. Р. Исламов // Уголь. – 2012. - № 3. – С. 64 – 66.
3. Головин К. С. Переработка углей – стратегическое направление повышения качества и расширения сфер их использования / К. С. Головин, С. С. Крапчин // Уголь. – 2006. - № 6. – С. 64 – 67.
4. Угли СССР : справочник / И. А. Ульянов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1975. – 308 с.
5. Минерально-сырьевая база угольной промышленности России : в 2 т. Т. 1. Состояние, динамика, развитие / Н. Н. Балмасов [и др.] ; под ред. А. Е. Евтушенко, Ю. Н. Малышева. – М. : Издательство Московского государственного горного университета, 1999. – 648 с.
6. Динельт В. М. Металлизация железорудного сырья с использованием буроголового полукокса / В. М. Динельт, А. Е. Аникин, В. М. Страхов // Кокс и химия. – 2011. - № 5. – С. 30 – 33.
7. Минерально-сырьевая база угольной промышленности России : в 2 т. Т. 2. Регионы и бассейны / Н. Н. Балмасов [и др.] ; под ред. А. Е. Евтушенко, Ю. Н. Малышева. – М. : Издательство Московского государственного горного университета, 1999. – 448 с.
8. Королева А. Пароль – КАТЭК. В День шахтера свое 35-летие отмечает Березовский разрез в Красноярском крае / А. Королева // Уголь. – 2010. - № 8. – С. 36.
9. ОАО «СУЭК-Красноярск»: задачи на перспективу // Уголь. – 2011. - № 8. – С. 18 – 19.
10. Федоров А. В. СУЭК-Красноярск: итоги, проблемы, перспективы / А. В. Федоров // Уголь. – 2009. - № 5. – С. 48 – 51.
11. Лалетин Н. И. ОАО «СУЭК-Красноярск» – 2011 год: стабильность и развитие / Н. И. Лалетин // Уголь. – 2012. - № 3. – С. 15 – 18.
12. Мизин В. Г. Углеродистые восстановители для ферросплавов / В. Г. Мизин, Г. В. Серов. – М. : Металлургия, 1976. – 272 с. : ил.
13. Исламов С. Р. Энергоэффективное использование бурых углей на основе концепции «ТЕРМОКОКС» : автореф. дис. на соиск. учен. степ. док. техн. наук / С. Р. Исламов ; Энерготехнологическая компания «Сибтермо». – Красноярск, 2010. – 37 с. : граф. – Библиогр. : с. 33 (52 назв.).