

## ГОРНОЕ ДЕЛО И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 661.961.1

### **ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛОВ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ КЫРГЫЗСТАНА**

*Асанов Арстан Аблезович, д.т.н., профессор, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры, г.Бишкек, ул.Малдыбаева,34  
e-mail: [asanov52@mail.ru](mailto:asanov52@mail.ru)*

*Орозов Кельдибек Кубатбекович, к.т.н., доцент, ИГД и ГТ им. академика А.Асаналиева КГТУ им. И.Раззакова, г.Бишкек, пр.Чуй 215, e-mail: [orozov0305@mail.ru](mailto:orozov0305@mail.ru)*

В статье рассмотрены пути эффективного использования в промышленности продуктов и отходов переработки углей. Выполнен аналитический обзор по созданию малых ТЭС на угольном газе за рубежом. Были проанализированы угольные электростанции нового поколения, отличающиеся, от своих предшественниц, не только технологическими, но и экологическими показателями. Выполнено исследование процесса окислительной карбонизации бурого угля местного месторождения в широком диапазоне изменения режимных параметров.

**Ключевые слова:** арбонизация, метаморфизм, полукокс, ферросплавы, футерованаизоляционный, паросиловые.

### **EFFICIENT USE OF ENERGY AND TECHNOLOGICAL POTENTIAL FOOD PROCESSING OF COAL IN KYRGYZSTAN**

*Asanov Arstan Ablezovich, doctor of Technical Sciences, professor, Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture, Bishkek, str.Maladybaeva 34, e-mail: [asanov52@mail.ru](mailto:asanov52@mail.ru)*

*Orozov Keldibek Kubatbekovich, PhD. Institute of Mining and Mining Technologies them. A. Asanaliyeva at the Kyrgyz Technical University. I.Razzakova, e-mail: [orozov0305@mail.ru](mailto:orozov0305@mail.ru)*

The article deals with the effective use of industrial products and coal waste. Completed analytical overview on the creation of small thermal power plants on coal gas abroad. coal power plants of new generation were analyzed, different from their predecessors, not only technological but also environmental performance. The research of oxidative carbonization of brown coal deposits in the local wide range of regime parameters.

**Keywords:** arbonizatsiya, metamorphism, char, ferroalloys, futerovanaizolyatsionny, powered.

**Введение.** В опытно-промышленном масштабе реализован процесс высокоскоростной термической переработки углей низкой степени метаморфизма, к которым относятся бурые, длиннопламенные и газовые угли. Продукт переработки угля – полукокс востребован в коммунальной теплоэнергетике, металлургии и промышленности. Отходы добычи и переработки угля – породы и зола применима в качестве сырья для ферросплавов и строительных материалов.

#### **Основная часть**

Работы ведутся по следующим основным направлениям:

- исследование технологии частичной газификации углей (окислительной карбонизации) с использованием техники кипящего слоя;

- изучение путей максимального использования энергopotенциала попутного угольного газа (ПУГ), процесса карбонизации угля;
- применение продуктов углепереработки при создании новых производств по выпуску ферросплавов, кремния и строительных материалов.

**Исследование технологии частичной газификации углей.** На данном этапе для исследования частичной газификации угля в кипящем слое была разработана и создана пилотная установка производительностью до 2т/час по углю (см. рис. 1). Она представляет собой вертикальный реактор цилиндрического сечения. Зона кипящего слоя футерована изоляционным материалом. Для регулирования температурного поля в объеме слоя предусмотрена система охлаждения. Загрузка угля осуществляется скиповым подъемником, а подача угля в реактор и перемещение угля внутри последнего - шнековым механизмом. Осуществляется непрерывный вывод, как твердого продукта – полукокса, так и попутного газа, а также горячей воды или пара. Газообразные продукты и пылевой унос дожигаются в верхней части шахты, улавливание пыли осуществляется в циклоне. Сжатый воздух обеспечивает равномерное распределение дутья по горизонтальному сечению слоя и перемещение угля по колоснику.

Выполнено исследование процесса окислительной карбонизации бурого угля местного месторождения в широком диапазоне изменения режимных параметров. Эксплуатация пилотного комплекса показала, что благодаря высокотурбулентному процессу окисления (горения) в кипящем слое с температурами до 700°С и, использование автотермического принципа подвода тепла в реактор, в дымовых газах практически отсутствуют бензопирены, а такие показатели, как NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, не превышают величины 70 и 10 мг/м<sup>3</sup> соответственно (последнее обеспечивается при наличии сероводорода в ПУГ на уровне ~ 0,3%).

Полукокс может быть использован в качестве сорбента, облагороженного твердого топлива для энергетического, коммунально-бытового и технологического использования. Область применения полукокса, благодаря его пористости, реакционной способности и других свойств в последние годы расширилось, он применяется в качестве углеродного восстановителя в производстве технического кремния, ферросплавов и цветных металлов, в виде высококалорийного твердого топлива широко используется в стройиндустрии/1/.

#### **Использование энергетического потенциала угольного газа.**

Высокий уровень цен на покупной газ, ожидаемый переход к новым тарифам на электроэнергию, безусловно, приведет к использованию альтернативных источников энергии. Альтернативная угольная энергетика, имеет определенный потенциал, позволяющий решить часть энергетических проблем отдаленных регионов республики, богатых минеральными ресурсами и близких к залежам угля.

При этом, в связи с необходимостью обеспечения требований к окружающей среде предпочтение при выработке энергии отдается не технологиям прямого сжигания угля, а угольному газу - экологически безопасному энергетическому топливу. Анализ статистических данных показывает, что среднее содержание ПУГ на 1 тонну перерабатываемого угля достигает, в зависимости от марки, до 3000 м<sup>3</sup>, а его калорийность зависит от используемого окислителя и колеблется в пределах 700...1700 ккал/м<sup>3</sup>.

Исходя из вышеизложенного, выполнен аналитический обзор по созданию малых ТЭС на угольном газе за рубежом. Были рассмотрены угольные электростанции нового поколения, отличающиеся, от своих предшественниц, не только технологическими, но и экологическими показателями. В основу работы таких электростанций заложена технология «чистого угля», представляющая собой газификацию угля с использованием газа для выработки электроэнергии. Данная технология позволяет повысить КПД относительно обычной угольной станции на 20 %, а количество выбросов снизить в 2-3 раза /2/.

Проведенный анализ показывает, что к настоящему времени освоены различные модификации промышленных процессов газификации углей, наиболее распространенными из которых являются технологии Лурги (стационарный слой кускового угля), Винклера

(кипящий слой угольных частиц), Копперс–Тотцека (пылеугольный поток), Тексако (водоугольная суспензия) и их различные модификации. На опытно-промышленном уровне сейчас отрабатывается около 20 технологий газификации угля нового поколения.

Типовая тепловая станция включает в себя газогенераторную станцию, блок очистки угольного газа и энергосиловое оборудование.

Различают три вида оборудования для выработки электроэнергии: паросиловые, газотурбинные и газопоршневые установки.

По типам энергетических установок положение следующее:

1. Для наиболее распространенных паросиловых установок угольный газ подходит без ограничений.

2. Для газотурбинных и газопоршневых установок потребуется очистка газа от твердых примесей и небольшие затраты на адаптацию серийных установок.

На рис. 1 приведены примеры сооружения газогенераторного и энерго-блоков с использованием газопоршневых установок. Электростанция включает один комплекс газогенераторной станции на угле, десять единиц газопоршневых генераторов проектной мощностью 500кВт для выработки э/энергии. Она может обеспечить э/энергией – 5 МВт. Для выработки такого объема электроэнергии нужно 8000-10000 м<sup>3</sup>/ч угольного газа. Уникальность и перспективность создания таких станций заключается в том, что электрическая энергия будет производиться автономно из продуктов газификации местного угля. При сооружении объектов малой энергетики (1-30 МВт), работающих на местном угле, капитальные затраты не превышают 1,2-1,5 млн. долл. США на 1МВт мощности, а сроки строительства составляют 6-8 месяцев. При увеличении проектных мощностей выше указанных, наблюдается тенденция к снижению капитальных затрат.



Рис. 1. Общий вид газогенераторной (а) комплекса и электростанции (б) на базе газопоршневых установок

Вместе с тем, существующие технологии и оборудование на их основе в большей части используют угольный газ для подогрева воды и отопления, использование энергетического потенциала, особенно для выработки наиболее ценного вида энергии - электроэнергии, требует дорогостоящего специального оборудования для очистки, компрессирования и осушки ПУГ.

Причина заключается в том, что современные газотурбинные и газопоршневые электростанции на неочищенном ПУГ не работают. Очевидно, что этот факт представляет практический интерес только в том случае, если источником преобразования энергии ПУГ в электрическую энергию являются агрегаты, работающие на неочищенном ПУГ без какой-либо подготовки.

Для выработки электроэнергии используются два известных энергетических контура: пароводяной и контур с органическим низко-кипящим теплоносителем (изобутан, бутан) с циклом Rankine. В первом контуре установки используется паровой котел, в котором можно

сжигать неочищенный ПУГ, а пар направляется в турбогенератор. Этот контур обладает большой надежностью и моторесурсом, но низким КПД. Во втором контуре находится испаритель, который использует остаточную тепловую энергию паровой турбины для испарения изобутана и его работы в газовой турбине. Обе турбины «сидят» на одном валу с электрогенератором и вырабатывают электроэнергию. Установка обладает высоким КПД, высокой надежностью и способностью работать на практически любом газообразном и/или жидком топливе /3/.

Самостоятельный интерес представляет также проект газотурбинной электростанции, использующей для своей работы любые виды низкосортных топлив, и в первую очередь неочищенный ПУГ. В качестве источника электрической энергии использована типовая газотурбинная электро-станция. В качестве рабочего тепла в турбине используется нагретый в рекуператоре воздух (рис. 2).

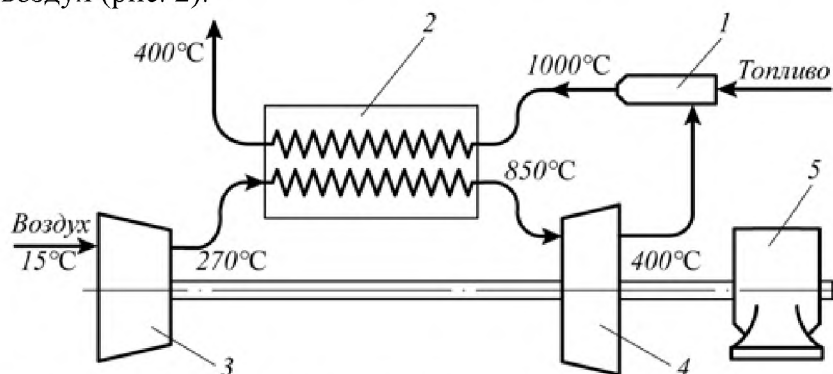


Рис. 2. Принципиальная схема электростанции с газотурбовоздушным приводом: 1 – циклонно-вихревая топка; 2 – рекуператор; 3 – компрессор; 4 – турбина; 5 – электрогенератор.

Такой рабочий цикл позволяет не только исключить негативное влияние дымовых газов на лопаточный аппарат турбины, но также повысить КПД установки на 4–5 % за счет поступающего в циклонную топку воздуха, подогреваемого на выхлопе. Эта установка, как и вышеописанная (изобутановая), является экологически безопасной, дает возможность сжигать даже высокосернистые дымовые выбросы, которые нейтрализуются в топке путем добавления в нее щелочного раствора.

**Технологическое использование продуктов углерепереработки и отходов.** Наличие больших запасов угольного сырья и отходов угледобычи играет роль в продвижении проектов, связанных с прогрессивными угольными технологиями. К их числу относятся и технологии по извлечению из угля и угольной золы неорганических минеральных примесей (редкие металлы, кремний, ферросиликоалюминий и др.).

Ферросиликоалюминий (ФСА) востребованный в мире сплав, прогнозные потребности в данном виде продукции до 200 000 тонн только в странах СНГ. Эта продукция востребована в металлургии при выплавке различных марок сплавов для раскисления и легирования.

Процесс выплавки ФСА основан на высокотемпературном совместном восстановлении, кремния алюминия и железа твердым углеродом. Сырьем для процесса является высокзолый уголь или углистая порода, при этом зола является источником поступления в металл кремния, алюминия и железа, а углистая масса породы, малозольный уголь или полукокс из угля –восстановителем. Поэтому в качестве сырья используют высокзолый и низкзолый угли, коксовый продукт и природный кварцит в различных соотношениях /5/.

Основное требование к угольному сырью- наличие в золе окиси алюминия до18-34 %, железа – до 8 %, и кремнезема более 40 %. Учитывая это, нами проведены работы по изучению химического состава углей отдельных месторождений на пригодность в производстве ферросплавов. В табл. 1 приведены результаты химического анализа местных углей, добываемых в текущий момент. Результаты анализа показали, что бурые угли

месторождения «Тегене» (Ташкомур) и «Водстрой»(Мин-куш), а также кварциты в Аксыйском районе в полной мере отвечают предъявляемым требованиям к исходному сырью.

Таблица 1.

**Технический и химический анализ углей Кыргызстана**

п/п	Наименование материала	Определяемый элемент,							A	Y	W
		S	P	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca O	MgO			
1.	Майлы-Суу	0.94	0.14	58,33	18,34	4,86	5.07	3.54	6,68	29,28	8,23
3	ОсОО «Бусурманкул»	1,12	0,049	16.67	4,53	46.24	27.69	4,78	2.41	40,71	12,91
	Кара-Кече	1.24	0,042	13,87	13.18	5.81	34.8	6,55	6.12	31.6	11.60
4.	ОсОО «Берекет»	1,13	0.03	12,44	7.61	15.41	19.57	9,21	5.45	28.31	9,59
5.	шг. Тегене	0.61	0,27	51,57	16,86	8,28	7.25	3,54	10.02	30.14	8,20
6.	Кумбель №9	1.02	0,077	13,51	13,91	18.52	16.67	9,21	3.35	36,49	2,31
7.	Кум бе ль №12	0.21	0,077	13,51	9.74	48.87	4,35	2.48	6,86	35.84	2,91
8.	Каратыг	1.40	0,081	28,70	13,75	4,15	25.07	6,60	2,43	28.51	6,59
9.	ОсОО Водстрой №2	0.36	0.168	41.81	30.94	8,98	4.48	3.83	2,85	34.66	5,44

Самостоятельный интерес представляет использование при производстве ФСА золоотвалов существующих ТЭС. Золоотвалы являются техногенными высокотоксичными отходами, образованными в результате сгорания углей и мазута /2/. Исследования, проведенные по определению возможности использования зол ТЭС при производстве ферросплавов, показывает, что путем их переработки с добавкой углеродистых восстановителей можно производить эффективно такой сплав, что позволит:

-утилизировать образующиеся при выработке электроэнергии на тепловых электростанциях техногенные отходы;

-получать комплексные ферросплавы из дешевого и недефицитного сырья с достаточно высокой рентабельностью производства

Основы технологии переработки шлаковых отвалов методом электрошлакового восстановления на основе постоянного тока были разработаны еще во времена СССР и проверены на промышленных печах. Применение постоянного тока обосновано увеличением извлечения металлической части из шлака в разы по сравнению с переменным током.(с 10 - 20 % - на переменном до 50 -60 % на постоянном). Коротко это можно объяснить так – постоянный ток, создавая гальванический эффект в расплавленной шихте, является мощнейшим катализатором восстановитель-ных процессов, экономя при этом электроэнергию (до 30 %), графитные электроды (почти в 2 раза) и уменьшая пылевыбросы почти в 10 раз.

При внедрении этой технологии образуются шлаки. До недавнего времени переработка шлаков с экономической точки зрения было проблематичным – стоимость металлического сплава, получаемого при переработке шлаков методом переплава, и стоимость «чистого» шлака, получающегося после переплава и отделения металлической части - не перекрывали затрат. Ситуация изменилась после получения нового строительного материала – пеносиликата из шлаков ферросплавного производства. Это экологически чистый строительный материал – соединение извести и песка с вяжущим материалом, позволяющий получать теплоизоляционные блоки, панели, утеплители, облицовочные панели, пенно- и ячеистые бетоны.

### **Выводы:**

1. Использование местных углей по новым технологиям обеспечивает качественное увеличение экономической эффективности и близкий к предельному уровень экологической эффективности для данного класса сырья.
2. Новые технологии и оборудование открывают широкую перспективу для вовлечения в топливно-энергетический баланс страны дешевых углей и переводят это месторождение на уровень стратегического ресурса страны, на базе которого может быть построена энергетика и металлургия нового поколения.

### **Список литературы**

1. Асанов А.А. Переработка угля – основа новых технологий и энергетики Кыргызстана. – Бишкек. ИЦ «Техник», 2011. – 215 с.
2. Бунин Г.М. К проблеме рационального использования углей для энергетики. Теплоэнергетика, 1988, №6, с. 46-49.
3. Друинский М.И., Жучков В.И. Получение комплексных ферросплавов из минерального сырья Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1988. – 208 с.
4. Жумалиев К.М., Алымкулов С.А., Асанов А.А., Сарымсаков Ш.С. Исследование и разработка технологии производства угольных брикетов для промышленных коммунально-бытовых нужд. / Бишкек, из-во «Макс-принт»: 2012. - 254 с.
5. Кофман Д.И., М.М. Востриков. Максимальное использование энерго-потенциала попутного нефтяного газа. /Химическая техника №6, 2014, с. 39-41

УДК 549.762.11

## **ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ АЛУНИТОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАШ – КУМЫР (КАЛАЙ - КАЛА)**

*Асанов Арстан Аблезович, д.т.н., профессор, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры, г.Бишкек, ул.Малдыбаева,34  
e-mail: [asanov52@mail.ru](mailto:asanov52@mail.ru)*

*Сабитов Эрик, научный сотрудник НАН КР, Институт природных ресурсов Южного отделения НАН КР, г.Ош, ул.Каримова, 31, e-mail: [ipr09@rambler.ru](mailto:ipr09@rambler.ru)*

В статье приведены результаты сернокислотной переработки алунитосодержащего сырья в глинозем месторождения Таш-Кумыр (Калай-Кала). Были проанализированы несколько основных методов переработки алунита с целью получения глинозема: щелочной, замкнутый щелочной, двухстадийный, восстановительный и кислотный. Для переработки алунитовой руды месторождения Таш-Кумыр, был выбран метод сернокислотной сульфатизации. Был спроектирован и изготовлен дробилка с эксцентриковым грохотом и автоклав.

**Ключевые слова:** алунит, сульфатизация, технологические переделы, эксцентриковый грохот, автоклав.

## **CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL STUDIES PROCESSES ACID ALUNITOSODERZHASCHEGO PROCESSING RAW MATERIALS DEPOSITS TASH - KUMYR (KALAI - KALA)**

*Asanov Arstan Ablezovich, doctor of Technical Sciences, professor, Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture, Bishkek, str.Maldybaeva 34, e-mail: [asanov52@mail.ru](mailto:asanov52@mail.ru)*