

## ГОРНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 622.33

### ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ И КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИБИРИ

**В. И. Ческидов, Г. Д. Зайцев**

*Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, E-mail: cheskid@misd.nsc.ru,  
Красный проспект, 54, 630091, г. Новосибирск, Россия*

Рассматриваются вопросы повышения эффективности и конкурентоспособности угольной отрасли на основе глубокой переработки углей. Отмечается, что угольные ресурсы месторождений Сибири представлены в широком диапазоне марочного состава, обеспечивающего, помимо выработки тепловой и электрической энергии, получение большой гаммы угольной продукции с высокой добавленной стоимостью.

*Угольные месторождения Сибири, переработка и комплексное использование угля*

Несмотря на постоянные усилия развитых стран мирового сообщества, направленные на поиск нетрадиционных путей удовлетворения всевозрастающих энергетических потребностей, уголь был и остается одним из наиболее надежных ресурсных составляющих топливно-энергетического комплекса, являясь реальным теплоносителем в электроэнергетике многих развитых стран. Так, доля угольной генерации в Польше, Китае, США составляет около 96, 80 и 50 % соответственно. Российская Федерация, где доля угольной генерации не превышает пока 18 %, обладает значительными запасами каменных и бурых углей, способными обеспечить потребность народного хозяйства страны на 5–6 столетий. В РФ находится 22 угольных бассейна и 114 месторождений с общими прогнозными запасами около 4 трлн т, в том числе балансовыми — более 200 млрд т; основной объем (до 80 %) последних приходится на районы Западной и Восточной Сибири [1]. Угли сибирских месторождений представлены различными видами (от бурых до антрацитов) и в полном марочном составе, обеспечивающем практически все потребности народного хозяйства страны. Угольные бассейны восточных регионов страны, в частности Кузнецкий и Канско-Ачинский, обладают значительной ресурсной базой для дальнейшего развития угледобычи, в том числе наиболее эффективным открытым способом.

По предварительной оценке специалистов разведанные запасы сибирских месторождений позволяют организовать работу десятков крупных разрезов мощностью 50–60 млн т угля в год, доведя, при необходимости, годовую добычу угля открытым способом до 1700 млн т, в том числе более 220 млн т каменных и почти 1500 млн т бурых углей [2]. Следует, однако, иметь в виду,

что для развития угледобычи потребуется соответствующее геологическое обеспечение (доразведка малоизученных месторождений и участков, уточнение кондиций и запасов и т. д.); вложение крупных инвестиций с длительными сроками окупаемости, обусловленных, прежде всего, постоянно ухудшающимися горно-геологическими условиями разрабатываемых месторождений. Как показывает опыт развитых стран, в этих условиях наиболее эффективным направлением дальнейшего развития отечественной угольной и всех смежных отраслей промышленности является переход на инновационные технологии, обеспечивающие получение качественной продукции, комплексное использование углей и отходов производства.

В мировой практике сложилась устойчивая тенденция повышения степени переработки угля с улучшением его качества и расширением ассортимента угольной продукции. Это связано, в частности, с достаточно жесткими требованиями к качеству угля, сложившимися на мировом рынке: зольность 8–12 %, влага менее 8–9 %, содержание серы мене 0.5 %, калорийность свыше 6000 ккал/кг. В России наибольшее развитие получила начальная стадия переработки угля — обогащение. Приведенные в табл. 1 показатели добычи и переработки угля в России и крупнейшем угледобывающем регионе Кузбассе [3] свидетельствуют о том, что в стране обогащению подвергаются практически все коксующиеся и до 20 % энергетических углей при мировом уровне 70–90 % (в Австралии и ЮАР — 100 %). При устойчивой тенденции повышения степени обогащения добываемых в стране углей в целом, на недопустимо низком уровне остается доля обогащения энергетических углей. Это в полной мере касается и флагмана отечественной угледобычи — Кузнецкого бассейна, где переработка угля в настоящее время ведется на 35 обогатительных фабриках и 16 сортировочных установках, более половины из которых имеют срок службы 30 лет и более, т. е. технологически и морально устарели. Как положительную следует отметить сложившуюся в последние годы практику ввода горнодобывающих производств в комплексе с перерабатывающими мощностями нового поколения, в том числе для обогащения энергетических углей.

Таблица 1. Показатели добычи и переработки угля в России и Кузбассе, млн т

Показатель	Год					
	2000	2007	2008	2009	2010	2010 к 2000, %
<b>I. Россия</b>						
1. Добыча угля, в том числе	257.9	314.1	328.8	302.6	323.0	125
— энергетического	196.9	241.2	260.1	241.5	257.9	131
— коксующегося	61.0	72.9	68.7	61.1	65.1	107
2. Переработка угля, в том числе	92.9	122.6	119.6	118.1	126.5	136
2.1. На обогатительной фабрике	84.8	114.0	110.7	109.1	117.6	139
— энергетического угля	26.9	41.2	43.9	48.1	52.7	196
— коксующегося	57.9	72.8	66.8	61.0	64.9	112
2.2. На сортировочных установках	8.1	8.6	8.87	8.97	8.9	110
<b>II. Кузбасс</b>						
1. Добыча угля, в том числе	115.1	181.2	184.3	181.3	185.5	161
— энергетического	70.1	124.0	128.7	127.5	135.3	193
— коксующегося	45.0	57.2	55.6	53.8	50.2	112
2. Переработка угля, в том числе	54.6	85.1	85.2	82.9	83.8	153
2.1. На обогатительной фабрике	46.5	76.5	76.3	73.9	74.9	161
— энергетического	1.9	19.4	27.4	26.0	26.1	137
— коксующегося	44.6	57.1	48.9	47.9	48.8	09
2.2. На сортировочных установках	8.1	8.6	8.87	8.97	8.9	110

Как показывают исследования и опыт наиболее развитых горнодобывающих стран, на современном этапе в основе инновационного развития угольной отрасли должно быть не просто наращивание объемов угледобычи, а глубокая переработка углей с получением большого ассортимента угольной продукции с новыми потребительскими свойствами [4]. По оценке специалистов переработка угля является стратегически важным направлением не только для дальнейшего развития угольной отрасли, но и для всей экономики страны. По существу, это означает отказ от практики экспорта сырьевых ресурсов в пользу производства и экспорта угольной продукции с высокой добавленной стоимостью. Повсеместное внедрение технологий переработки и комплексного использования углей обеспечит не только повышение экономической эффективности и конкурентоспособности угледобычи, но и существенное снижение негативного воздействия горного производства на природную среду, а организация производства целого ряда новых продуктов, закупаемых за рубежом, будет способствовать развитию смежных отраслей промышленности [5].

Ресурсная база угольной отрасли Сибири представлена в широком диапазоне марочного состава углей, предопределяющего обширную область их применения. Возможные направления использования углей приведены в табл. 2 [6].

В настоящее время в РФ основной объем угля используется в энергетике (до 30 %) и коксовании (около 20 %), частично — для газификации и полукоксования, получения обгазированного топлива для бытовых нужд (газ, жидкие продукты, брикеты), в кирпичном и цементном производстве. В ограниченных объемах уголь используется для производства углеродных адсорбентов, углеграфитовых изделий, углещелочных реагентов, карбидов кремния и кальция, термоантрацита и термографита, горного воска. Более 80 % каменноугольного кокса идет для выплавки чугуна, другие продукты коксования используются в химической промышленности, цветной металлургии, строительной индустрии, железнодорожном транспорте, дорожном строительстве. Не менее ценным сырьем для технологической переработки является бурый уголь. В частности, буругольный кокс используется для замены металлургического кокса при производстве ферросплавов, фосфора, карбида кальция. На базе бурых углей получены гранулированные адсорбенты, полукоксы, горный воск и ряд химических продуктов. Разработаны и апробированы процессы гидрогенизации бурых канско-ачинских углей с получением синтетических жидких продуктов. Установлено, что от одного продукта в угольной отрасли можно произвести более 130 видов химических полупродуктов и более пяти тысяч видов продукции смежных отраслей [7].

Сибирские угольные месторождения, в частности Кузнецкого и Канско-Ачинского бассейнов, следует рассматривать как надежную долгосрочную базу для качественной диверсификации угольной отрасли. Особый интерес для масштабной комплексной переработки представляют канско-ачинские угли, подсчитанные запасы которых превышают 600 млрд т. Из них пригодны для разработки наиболее дешевым открытым способом более 140 млрд т с высокими качественными показателями: теплотворная способность рабочего топлива 3000–4500 ккал/кг, зольность 7–11 %, влажность 36–44 %, выход летучих 45–47 %, содержание серы 0.2–0.7 %. Горно-геологические условия месторождений весьма благоприятны для крупномасштабной добычи угля с использованием поточных технологий и высокопроизводительного горно-транспортного оборудования: мощность угольных пластов от 8–10 до 70–90 м, углы падения пластов преимущественно 2–9°, средний коэффициент вскрыши 0.3–1.5 м<sup>3</sup>/т. Попутные полезные ископаемые, залегающие во вскрышной толще, — каолины, сидериты (в конкрециях), глины, горельники, песчано-галечниковые смеси, сажистый уголь.

ТАБЛИЦА 2. Направления использования углей месторождений Сибири

Направление	Марки, группы и подгруппы
<b>1. Технологическое</b>	
1.1. Слоевое коксование	Все группы и подгруппы марок: ДГ, Г, ГЖО, ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, КСН, КС, ОС, ТС, СС
1.2. Специальные процессы подготовки к коксованию	Все угли, используемые для слоевого коксования, а также марки Т и Д (подгруппа ДВ)
1.3. Производство генераторного газа в газогенераторах стационарного типа: смешанного газа водяного газа	Марки КС, СС, группы: 3Б, 1ГЖО, подгруппы — ДГФ, ТСВ, 1ТВ Группа 2Т, а также антрациты
1.4. Производство синтетического жидкого топлива	Марка ГЖ, группы: 1Б, 2Г, подгруппы — 2БВ, 3БВ, ДВ, ДГВ, 1ГВ
1.5. Полукоксование	Марка ДГ, группы: 1Б, 1Г, подгруппы — 2БВ, 3БВ, ДВ
1.6. Производство углеродистого наполнителя (термоантрацита) для электродных изделий и литейного кокса	Группы 2Л, 3А, подгруппы — 2ТФ и 1АФ
1.7. Производство карбида кальция, электрокорунда	Все антрациты, а также подгруппа 2ТФ
<b>2. Энергетическое</b>	
2.1. Пылевидное и слоевое сжигание в стационарных котельных установках	Все бурые угли и антрациты, а также неиспользуемые для коксования каменные угли. Для факельно-слоевого сжигания антрациты не используются
2.2. Сжигание в отражательных печах	Марка ДГ, 1группы — 1Г, 1СС, 2СС
2.3. Сжигание в подвижных теплоустановках, использование для коммунальных и бытовых нужд	Марки Д, ДГ, Г, СС, Т, А, бурые угли, антрациты и неиспользуемые для коксования каменные угли
<b>3. Производство строительных материалов</b>	
3.1. Известь	Марки Д, ДГ, СС, А, группы 2Б и 3Б; неиспользуемые для коксования марки ГЖ, К и группы 2Г, 2Ж
3.2. Цемент	Марки Б, ДГ, СС, ТС, Т, Л, подгруппа ДВ и неиспользуемые для коксования марки КС, КСН, группы 2Г, 1ГЖО
3.3. Кирпич	Неиспользуемые для коксования угли
<b>4. Прочие производства</b>	
4.1. Углеродные адсорбенты	Подгруппы: ДВ, 1ГВ, 1ГЖОВ, 2ГЖОВ
4.2. Активные угли	Группа 3СС, подгруппа 2ТФ
4.3. Агломерация руд	Подгруппы: 2ТФ, 1АВ, 1АФ, 2АВ, 3АВ

Вопросы комплексного использования углей сибирских месторождений предметно рассматривались в 70–80-е гг. прошлого века, когда отраслевыми научно-исследовательскими и проектными институтами (ИГИ, ИОТТ, ЭНИН, ВНИИнефтемаш, Сибгипрошахт, Гипрошахт, Грохгипронефтехим и др.) был выполнен ряд работ по глубокой переработке канско-ачинских углей. Отечественные технологии переработки бурых углей по тем временам превосходили мировой уровень. Так, Институтом горючих ископаемых (ИГИ) разработана технология термического обогащения канско-ачинских углей, обеспечивающая (путем понижения в 2.5–3 раза влажности исходного угля) получение транспортабельного высококалорийного топлива — термоугля. Расчетами установлено, что эксплуатационные затраты на выработку электроэнергии с использованием термически обогащенного угля на месте его добычи могут быть сниже-

ны более чем на 10 % в сравнении с рядовым углем. За счет транспортной составляющей эта разница возрастает с увеличением расстояния транспортирования топлива, достигая 20 и 26 % при удаленности ГРЭС от топливной базы соответственно на 500 и 1500 км [8]. Для обеспечения коммунально-бытовых нужд разработана технология окускования углей и, в частности, термобрикетирование. Осуществляемая методом горячего брикетирования без связующих ингредиентов, эта технология позволяет в 5–7 раз снизить влажность исходного угля и получить термобрикеты с калорийностью более 6000 ккал/кг (при калорийности рядового угля 3500–3700 ккал/кг). В плане реализации наиболее продвинутой в то время была разработка Энергетического института Минэнерго СССР технологии с комбинированным теплоносителем ЭТХ-175 для производства осмоленного полукокса, смолы и газа производительностью 175 т по углю в час. Введенная в 1987 г. в промышленную эксплуатацию установка позволила отработать технологический процесс, но добиться ее стабильной работы, к сожалению, не удалось.

В настоящее время производство синтетических жидких топлив из угля (СЖТ) организовано в ЮАР компанией Sasol на заводе Secunda CTL производительностью 160 тыс. баррелей в сутки (около 8 млн т/год). Активно наращивает производство СЖТ по этой же технологии Китай, где дополнительно к действующим заводам общей мощностью 1.9 млн т намечен запуск еще 9 заводов мощностью 5 млн т СЖТ в год. Данная технология приобретает повышенное внимание на фоне неустойчивых цен на нефть. Перспективы масштабного внедрения технологий производства СЖТ обусловлены, прежде всего, их экономической эффективностью. В основе оценок, как правило, принимается соотношение цен уголь/нефть на долгосрочную перспективу. При этом учитывается, что строительство предприятий по ожижению угля требует более значительных затрат, чем нефтеперерабатывающих производств. Следует отметить, что экономические показатели производства СЖТ носят прогнозный характер ввиду недостаточного опыта эксплуатации современного крупномасштабного производства. Тем не менее некоторыми специалистами, в расчете на современные технологии ожижения угля, делаются достаточно оптимистичные прогнозы в этом направлении, стимулирующие инвестиции в инновационные процессы. К 2010–2015 гг. планируется, например, построить крупные промышленные предприятия в США, Китае, Индии, Индонезии для получения жидких продуктов из угля различными методами (гидрогенизация, газификация с последующим синтезом углеводородов, комбинированные процессы получения энергии и жидких углеводородов и т. д.) [9].

В России попытка внедрения технологии производства синтетического жидкого топлива (СЖТ) методом гидрогенизации предпринята в период формирования Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭКа). Технология, разработанная сотрудниками ИГИ, предварительно была реализована в Подмосковном бурогольном бассейне на опытной установке СТ-5 при шахте “Бельковская”. При ее эксплуатации установлено, что для получения 1 т СЖТ (включая попутную выработку пара и электроэнергии) требуется около 5 т рядового угля с теплотой сгорания 3500 ккал/кг. На разрезе “Березовский-1” начато, но вскоре приостановлено (из-за прекращения финансирования) строительство более производительной опытно-промышленной установки СТ-75. Институтами КАТЭКНИИуголь и ИГИ разработаны технологии получения из бурых углей гуминовых удобрений, обеспечивающих повышение до 20 % урожайности сельскохозяйственных культур [10].

Из современных разработок по комплексному использованию бурых углей достаточно большой научный и практический задел создан специалистами ООО “Сибтермо” на базе разработанных ими энерготехнологических процессов с получением газового топлива и термококса [11]. В Кузбассе, на базе шахты “Беловская”, создается энергоугольный комплекс по производству термококса производительностью 250 тыс. т в год, электростанция мощностью до 40 МВт,

работающая на угле и горючем газе, а также система по улавливанию и захоронению углекислого газа. С использованием отходов электростанции планируется построить завод строительных материалов [12]. Намечено создание второго энергоугольного кластера “Серафимовский”, на котором предполагается получить синтез-газ для производства тепловой и электрической энергии, а также синтетическое жидкое топливо. По инициативе ОАО “СУЭК” в 2011 г. на разрезе “Березовский-1” произведен запуск опытно-промышленной линии по производству среднетемпературного кокса производительностью 2.5 т/ч, который прошел успешную апробацию на ряде металлургических предприятий [13].

Большой интерес в последние годы вызывает технология приготовления и использования водоугольных топлив (ВУТ), особенно в угледобывающих регионах и районах, не обеспеченных газом. Работы по производству и использованию ВУТ ведутся с 70-х гг. прошлого столетия в ряде стран, в том числе в США, Канаде, Италии и Китае. Сегодня лидером в решении этой проблемы является Китай, где тематикой по ВУТ занимаются 3 научно-исследовательских центра, работают 6 заводов по производству ежегодно до 60 млн т ВУТ, намечено строительство еще одного крупного завода. В России технология ВУТ реализована в 80-е гг. прошлого столетия в составе опытно-промышленного углепровода “Белово – Новосибирская ТЭЦ-5” протяженностью 262 км. За время работы углепровода приготовлено и доставлено на электростанцию около 300 тыс. т ВУТ. По разным причинам опыт, к сожалению, не был доведен до конца, но выявил недостатки и дал определенные результаты, подтверждающие прогрессивность данной технологии. В настоящее время технология внедрена или внедряется на ряде объектов: Абагурской агломерационной обогатительной фабрике ОАО “КМК”, ЗАО “Черниговец”, ОАО “Шахта Заречная”, ОАО “Сибирский антрацит”, в ЖКХ Мурманской и др. Особые надежды возлагаются на последние разработки — кавитационную технологию приготовления ВУТ (далее КаВУТ), позволяющую использовать угли различного качества и отходы углеобогащения. Проведенные испытания по использованию ВУТ показали существенные его технологические преимущества, подтвердив реальную возможность замены не только высокосольного угля и низкоэффективных методов его сжигания в слоевых топках, но и жидких и газообразных видов топлива [14]. Приведенные примеры, хотя и носят пока ограниченный характер, свидетельствуют о растущем интересе отечественных предпринимателей к проблеме облагораживания углей. В качестве первоочередных, относительно простых и наиболее готовых к реализации технологий переработки бурых углей с изменением их качественных показателей, могут быть приняты, очевидно, производство термоугля и термобрикетирующие.

Одной из актуальных проблем комплексного использования углей является промышленное извлечение редких элементов из минеральной составляющей. По результатам геологических исследований в сибирских угледобывающих регионах выявлено несколько типов редкометалльных концентраций. Так, исследованиями С. И. Арбузова [15] по месторождениям Кузнецкого, Канско-Ачинского, Горловского, Минусинского, Тунгусского, Иркутского, Улугхемского бассейнов установлено, что наиболее контрастные аномалии в углях месторождений Сибири образуют селен, мышьяк, стронций, молибден, бериллий, кобальт, золото, сурьма, уран, германий, ниобий, иттрий, цирконий, гафний, бром, ртуть и кадмий (рисунок).

Высокая контрастность аномалий редких элементов позволяет прогнозировать большую вероятность выявления угольных месторождений и пластов с промышленно значимыми содержаниями *германия, селена, золота, скандия, урана, бериллия, ниобия, циркония, иттрия* и ряда радиоактивных химических элементов. Содержание элементов в углях на диаграмме выражено посредством коэффициента концентрации  $K_x$ , рассчитанного относительно их среднего содержания в верхней части земной коры.



Анализ результатов научных исследований, а также отечественного и зарубежного опыта позволяет выделить основные тенденции развития технологий переработки и комплексного использования углей в РФ:

- обогащение в полном объеме углей коксующихся марок и постоянное увеличение доли обогащения энергетических углей;
- наращивание в угольной генерации тепла и электроэнергии объемов потребления обогащенных углей и водоугольного топлива;
- повышенный интерес в развитых странах к проблеме производства синтетического жидкого топлива из угля, обусловленного, прежде всего, ростом цен на нефть;
- ориентация (на современном этапе) отечественных предпринимателей на инвестиционные проекты переработки углей с наименее наукоемкими и менее затратными технологиями (термоуголь, термококс, термобрикеты, энергоугольные комплексы и т. п.);
- активизация исследований по проблемам извлечения редких элементов из углей и продуктов их переработки;
- отсутствие государственного регулирования и поддержки инвестиционных проектов переработки и комплексного использования углей.

С учетом реального состояния в стране проблемы глубокой переработки углей не следует, очевидно, ожидать в ближайшей перспективе широкого внедрения достаточно наукоемких и затратных технологий этой направленности (производство СЖТ, извлечение редких элементов из угля и т.п.). Вместе с тем, по мере отработки коренных залежей минерального сырья и изменения конъюнктуры рынка природных ресурсов, как показывает опыт развитых стран, могут быть востребованы уже известные и вновь разрабатываемые технологии, в том числе по извлечению редких элементов.

В целях сохранения потенциала угольных ресурсов и повышения экологической безопасности горных работ в этих условиях представляется необходимым ввести в практику проектирования и освоения угольных залежей применение систем разработки и мероприятий, обеспечивающих сохранность определенных марок углей для их последующей глубокой переработки, а также извлечения редких элементов (на основе предварительной геолого-экономической оценки угольных запасов).

Успешное внедрение технологий глубокой переработки и комплексного использования углей, особенно в стадии их разработки и реализации, как показывает зарубежный опыт, возможно при участии федерального бюджета, стимулирования и государственной поддержки хозяйствующих субъектов (в виде льгот по налогам, государственных гарантий, бюджетных инвестиций, кредитов и т. д.).

## **ВЫВОДЫ**

Дальнейшее инновационное развитие угольной и смежных отраслей промышленности РФ возможно на основе глубокой переработки и комплексного использования добываемых углей.

Для повышения эффективности угольной генерации электроэнергии и тепла считать целесообразным широкое использование обогащенных угольных топлив (с соответствующим технико-экономическим обоснованием по каждому объекту).

Для успешного развития технологий по переработке и комплексному использованию углей месторождений Сибири необходимо:

- провести комплексные геохимические исследования углей сибирских месторождений с целью выявления редкометалльных и редкоземельных элементов с промышленно значимыми концентрациями;



— выполнить оценку ресурсной базы и потребности народного хозяйства страны на среднесрочную и долгосрочную перспективу в продуктах переработки угля, в том числе в редкометалльных и редкоземельных элементах;

— разработать государственную программу переработки и комплексного использования углей с выделением приоритетных технологий и сырьевых источников по угольным бассейнам и месторождениям;

— подготовить технологические регламенты для проектирования угледобывающих и перерабатывающих предприятий, предусматривающие целенаправленное использование угольных ресурсов и продуктов их переработки;

— разработать и реализовать меры государственной поддержки хозяйствующих субъектов, стимулирующие внедрение инновационных технологий переработки угля и производство востребованной угольной продукции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ибрагимов Н. А., Щадов М. И.** Научно-инновационная политика развития угольной отрасли // Уголь. — 2006. — № 1.
2. **Ческидов В. И.** К вопросу использования потенциала открытой добычи угля в восточных регионах России // ФТПРПИ. — 2007. — № 4.
3. **Маркова В. М., Чурашов В. Н.** Обогащаться углем. — М.: Росинформуголь, 2011.
4. **Крапчин И. П., Кузьмина Т. И.** Технические возможности и экономическая эффективность расширения сфер и направлений использования углей в обозримой перспективе // Уголь. — 2011. — № 6.
5. **Грачев И. Д., Некрасов С. А.** Инновационно восприимчивая среда — основа перехода угольной отрасли к устойчивому развитию // Уголь. — 2013. — № 1.
6. **Области применения угля.** Пресс-центр ПК “Росуголь”. 05.11.2009. <http://www.roscoal.ru/content/press-centr/informaciya-dlya-vas/oblasti-primeneniya-uglya>
7. **Путь угля.** Эксперт. [www.gosugol.ru](http://www.gosugol.ru). 05.06.2013.
8. **Кузьмина Т. И.** Инновационное развитие угольной отрасли РФ на основе реализации технологического потенциала комплексной переработки углей: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. — М., 2012.
9. **Анализ проблем и разработка технологий комплексного конкурентоспособного энерготехнологического использования угля: отчет по интеграционному проекту СО РАН № 94.** — Новосибирск, 2008.
10. **Способ получения гуминовых удобрений.** <http://ru-patent.info>. 12. СУЭК начала производство полукокса. [www.mnr.ru](http://www.mnr.ru). 23.03.2007.
11. **Михалев И. О., Исламов С. Р.** Энерготехнологическое производство на основе частичной газификации углей низкой степени метаморфизма / Материалы VIII Всерос. конф. с междунар. участием “Горение твердого топлива”. — Новосибирск, 2012.
12. **В Кемеровской области** начал работу инновационный угольно-технологический комплекс // [forsmi.ru](http://forsmi.ru). 23.08.10.
13. **СУЭК** начал производство полукокса // [www.mnr.gov.ru](http://www.mnr.gov.ru).
14. **Карпов Е. Г.** Водоугольное топливо — технология будущего // Энергетика и пром-сть России. — 2007. — № 5.
15. **Арбузов С. И.** Геохимия редких элементов в углях Центральной Сибири: автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. — Томск, 2005.
16. **Гальперин А. М. и др.** Освоение техногенных массивов на горных предприятиях. — М.: Горн. книга, 2012.
17. **Кожуховский И. С.** Проблемы и перспективы рынка энергетического угля в России. 8-й ежегодный саммит “Уголь России и СНГ”. — М., 2013.

*Поступила в редакцию 5/XI 2013*