

**Ческидов Владимир Иванович**

кандидат технических наук,  
заведующий лабораторией открытой  
геотехнологии,  
Институт горного дела СО РАН,  
630091, г. Новосибирск,  
Красный проспект, 54  
e-mail: [cheskid@misd.nsc.ru](mailto:cheskid@misd.nsc.ru)

**Бобыльский Артем Сергеевич**

младший научный сотрудник  
лаборатории открытой геотехнологии,  
Институт горного дела СО РАН

**Резник Александр Владиславович**

младший научный сотрудник  
лаборатории открытой геотехнологии,  
Институт горного дела СО РАН

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УГЛЕ-  
ДОБЫЧИ НА ОСНОВЕ  
РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО  
ПОТЕНЦИАЛА УГЛЕЙ СИБИРИ**

---

*Аннотация:*

*Рассматриваются проблемы глубокой переработки углей месторождений Сибири. Отмечается, что угольные ресурсы сибирских регионов представлены в широком диапазоне марочного состава, обеспечивающего, помимо выработки тепловой и электрической энергии, получение большой гаммы угольной продукции с высокой добавленной стоимостью.*

*Ключевые слова:* угольные месторождения Сибири, переработка и комплексное использование угля

---

**Cheskidov Vladimir I.**

candidate of technical sciences,  
the head of the laboratory  
of surface geo-technology,  
The Institute of Mining SB RAS  
630091, Novosibirsk, Krasny pr., 54  
e-mail: [cheskid@misd.nsc.ru](mailto:cheskid@misd.nsc.ru)

**Bobilsky Artem S.**

junior researcher of the laboratory  
of surface geo-technology,  
The Institute of Mining SB RAS

**Resnik Alexander V.**

junior researcher, the laboratory  
of surface geo-technology,  
The Institute of Mining SB RAS

**INCREASING COAL MINING EFFICIENCY  
IN TERMS OF RARE METAL POTENTIAL  
OF SIBERIAN COALS**

---

*Abstract:*

*The problems of deep coals processing in Siberian deposits are considered. It is noted that coal resources of Siberian regions are presented in a wide range of brand composition that provides, besides generating thermal and electric energy, obtaining a large scale of coal products with high additional cost.*

*Key words:* Siberian coal deposits, processing and integrated utilization of coal

---

В условиях постоянно ухудшающегося состояния среды обитания человека развитыми странами мирового сообщества ведется расширенный поиск нетрадиционных источников удовлетворения энергетических потребностей их экономик. Однако, в связи со слабой их изученностью и дороговизной уголь, был и остается одним из наиболее надежных ресурсных составляющих топливно-энергетического комплекса, занимая ведущее положение в топливном балансе многих стран. Так, доля угольной генерации в Польше, Китае, США составляет порядка 96, 80 и 50 %, соответственно. Российская Федерация, где доля угольной генерации не превышает пока 18 %, обладает значительными запасами каменных и бурых углей, способных обеспечить потребности народного хозяйства страны на несколько столетий. В РФ известно 22 угольных бассейна и 114 месторождений с общими прогнозными запасами около 4 триллионов тонн, в том числе балансовых – более 200 млрд. т. Причем основной объем последних приходится на районы Западной и Восточной Сибири [1]. Угли сибирских месторождений представлены различными видами (от бурых до антрацитов) и в полном марочном составе, обеспечиваю-

щем 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 оценке специалистов, разведанные запасы сибирских месторождений позволяют организовать работу десятков крупных разрезов мощностью до 50 – 60 млн. т угля в год и обеспечить, при необходимости и соответствующих инвестиционных вложениях, добычу угля открытым способом более 1500 млн. т в год, в том числе более 200 млн. т каменных и 1200 – 1300 млн. т бурых углей [2]. 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 наиболее качественной и востребованной продукции, комплексное использование угольных ресурсов и отходов производства.

В мировой практике сложилась устойчивая тенденция повышения степени переработки угля с улучшением его качества и расширением ассортимента угольной продукции. Это обусловлено, в частности, 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 пока 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 коксующихся и до 20 % энергетических углей при мировом уровне 70 – 90 % (в Австралии и ЮАР – 100 %). При устойчивой тенденции повышения степени обогащения добываемых в стране коксующихся углей, на недопустимо низком уровне

Таблица 1

**Показатели добычи и переработки угля в России и Кузбассе по 2000 – 2010 годам, млн.т**

Показатель	2000	2007	2008	2009	2010	2010 к 2000, %
<i>Россия</i>						
Добыча угля	257,9	314,1	328,8	302,6	323,0	125
В том числе						
энергетического	196,9	241,2	260,1	241,5	257,9	131
коксующегося	61,0	72,9	68,7	61,1	65,1	107
Переработка угля	92,9	122,6	119,6	118,1	126,5	136
В том числе						
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
на сортировочных установках	8,1	8,6	8,87	8,97	8,9	110
<i>Кузбасс</i>						
Добыча угля	115,1	181,2	184,3	181,3	185,5	161
В том числе						
энергетического	70,1	124,0	128,7	127,5	135,3	193
коксующегося	45,0	57,2	55,6	53,8	50,2	112
Переработка угля	54,6	85,1	85,2	82,9	83,8	153
В том числе						
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	109
на сортировочных установках	8,1	8,6	8,87	8,97	8,9	110

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 и более лет, технологически и морально устарели. Как положительную следует отметить сложившуюся в последние годы тенденцию ввода горнодобывающих производств в комплексе с перерабатывающими мощностями нового поколения, в том числе для обогащения энергетических углей.

Опыт наиболее развитых горнодобывающих стран свидетельствует о том, что 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 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, зачастую закупаемых за рубежом, будет способствовать развитию смежных отраслей промышленности [5].

Возможные направления использования угольной ресурсной базы Сибири 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 облагороженного 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 буроугольный кокс используется для замены металлургического кокса при производстве ферросплавов, фосфора, карбида кальция. На базе бурых углей получены гранулированные адсорбенты, полукоксы, горный воск и целый 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].

Вопросы комплексного использования углей сибирских месторождений предметно рассматривались в 70-80 годы 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 в тот период 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

## Направления использования углей месторождений Сибири

Направление использования	Марки, группы и подгруппы
1. Технологическое	
1.1. Слоеое 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 слоеого 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: ЗБ, 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
2. Энергетическое	
2.1. Пылевидное и слоеое сжигание в стационарных котельных установках	Все бурые угли и антрациты. а также неиспользуемые для коксования каменные угли. Для факельно-слоеого 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
3. Производство строительных материалов	
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 27, 1ГЖО
3.3. Кирпич	Неиспользуемые для коксования угли
4. Прочие производства	
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

на месте его добычи могут быть снижены 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 была 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 России попытка внедрения технологии производства синтетического жидкого топлива (СЖТ) методом гидрогенизации была предпринята в период формирования Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭКа). Технология, разработанная сотрудниками ИГИ, предварительно была реализована в Подмосковном буровом бассейне на опытной установке СТ-5 при шахте «Бельковская». При ее эксплуатации было установлено, что для получения 1 тонны СЖТ (включая попутную выработку пара и электроэнергии) требуется около 5 тонн рядового угля с теплотой сгорания 3500 ккал/кг. На разрезе «Березовский-1» было начато, но вскоре приостановлено (из-за прекращения финансирования), строительство более производительной опытно-промышленной установки СТ-75.

В настоящее время производство синтетических жидких топлив из угля 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. тонн намечен запуск еще 9 заводов мощностью 5 млн. тонн СЖТ в год. Эта 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].

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. тонн 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 средне-температурного 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 годов прошлого столетия в ряде стран, в том числе в США, Канаде, Италии и Китае, сегодня в числе лидеров Китай, где тематикой по ВУТ занимаются 3 научно-исследовательских центра, работают 6 заводов по производству ежегодно до 60 млн. тонн ВУТ, намечено строительство еще одного крупного завода. В России технология ВУТ была реализована в 80-е годы прошлого столетия в составе опытно-промышленного углепровода Белово – Новосибирская ТЭЦ-5 протяженностью 262 км. За время работы углепровода было 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 технологии ВУТ. 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 других областей страны. Особые надежды возлагаются при этом на последние разработки – кавитационную технологию приготовления ВУТ (далее КаВУТ), позволяющая использовать угли различного качества и отходы углеобогащения. Проведенные испытания по использованию ВУТ показали существенные его технологические преимущества, подтвердив реальную возможность замены не только высокозольного 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 их минеральной составляющей. По результатам геологических исследований в сибирских угледобывающих регионах выявлено несколько типов редкометалльных концентраций. В частности, исследованиями д. г-м. н. 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 (рис.1).

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. Наиболее привлекательными для первоочередного освоения на сибирских месторождениях являются германий и скандий. Запасы последнего, к примеру, только пласта «Двухаршинный» Черногорского месторождения Минусинского бассейна могут обеспечить современное мировое потребление этого металла в течение нескольких десятилетий. Аномальное содержание скандия выявлено также в канско-ачинских углях. Высокое содержание германия промышленных категорий установлено в углях Черногорского и двух месторождениях коксующихся углей Кузбасса.

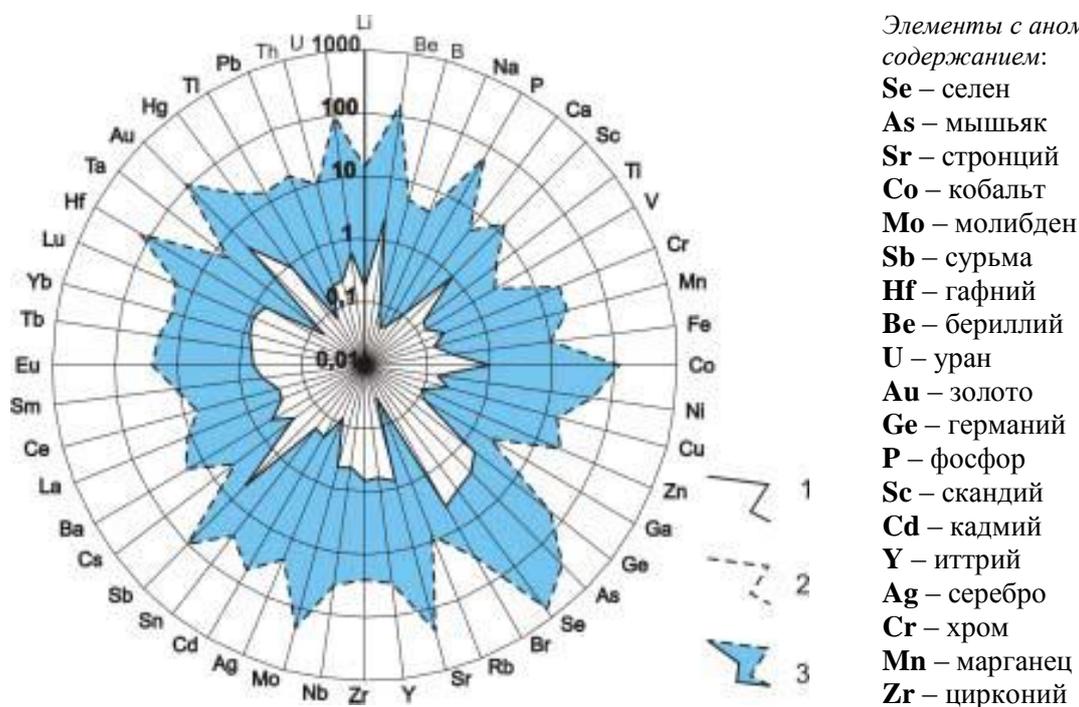


Рис. 1 – Диаграмма содержания редких элементов в углях месторождений Сибири:  
 1 – среднее содержание элемента (0,01–1000 – степень превышения фонового содержания);  
 2 – наибольшее локально высокое содержание элемента;  
 3 – область локально высоких содержаний.  
 Содержание элементов в углях на диаграмме выражено посредством коэффициента концентрации  $K_k$ , рассчитанного относительно их среднего содержания в верхней части земной коры

Ввиду недостаточного отечественного практического опыта извлечения редких элементов достоверная технолого-экономическая оценка углей как источника комплексного сырья в настоящее время не представляется возможной. Однако по опыту комплексного освоения месторождений цветных металлов можно надеяться, что совместное получение, например, германия, скандия, глинозема, галлия, циркония, гафния, иттрия, ниобия, золота и ряда редкоземельных металлов, при соответствующем уровне технологических решений, должно обеспечить высокую рентабельность и безотходность производства.

Ожидается, что применение новейших технологий извлечения редких элементов позволит в обозримой перспективе ускорить решение проблемы комплексного использования угля и продуктов его переработки. Это чрезвычайно важно и с позиций экологической безопасности горного производства, особенно если учесть устойчивую тенденцию наращивания добычи угля и, соответственно, увеличение отходов горного производства. Помимо безвозвратно теряемых в них полезных компонентов с ростом отходов увеличивается опасность заражения природной среды ядовитыми и радиоактивными элементами (мышьяк, ртуть, сурьма, уран и т.д.). По оценке специалистов, предприятиями горнопромышленного комплекса России производится ежегодно более 8 млрд. т твердых отходов, а объем только золошлаковых отходов ТЭС, также являющихся носителями редких элементов, к 2020 г. может превысить 1,8 млрд. т [16,17].

Окончательные выводы о целесообразности промышленного извлечения редких элементов могут быть сделаны, безусловно, после проведения комплексных исследований угольных месторождений Сибири и геолого-экономической оценки перспективных объектов с привлечением широкого круга специалистов разных отраслей знаний. Резуль-

таты этих работ позволят произвести выбор наиболее привлекательных угольных месторождений и пластов для комплексного освоения с обоснованием эффективных технологий переработки углей и извлечения из них ценных компонентов.

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

- 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, обусловленный 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.

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 наиболее привлекательных залежей минерального сырья и изменения конъюнктуры рынка природных ресурсов 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 на стадии их разработки и реализации, как показывает зарубежный опыт, возможен при участии федерального бюджета, стимулирования и государственной поддержки хозяйствующих субъектов (в виде льгот по налогам, государственных гарантий, бюджетных инвестиций, кредитов и т.д.).

### *Выводы*

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

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

3. 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.

### Литература

1. Ибрагимов Н. А. . Научно-инновационная политика развития угольной отрасли / Н. А. Ибрагимов, М. И.Щадов. // Уголь. - 2006. - № 1
2. Ческидов В. И. . К вопросу использования потенциала открытой добычи угля в восточных регионах России / В. И.Ческидов //Физико-техн. проблемы разработки полезных ископаемых 2007. - № 4
3. Маркова В. М.. Обогатиться углем / В. М. Маркова, В. Н.Чурашов; Росинформуголь 25.04.2011.
4. . Технические возможности и экономическая эффективность расширения сфер и направлений использования углей в обозримой перспективе / И. П. Крапчин, Т.И. Кузьмина // Уголь. - 2011.. - № 6
5. Грачев И. Д. Инновационно восприимчивая среда – основа перехода угольной отрасли к устойчивому развитию / И. Д. Грачев, С. А. Некрасов // Уголь. 2013. - № 1
6. Области применения угля / Пресс-центр ПК «Росуголь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.roscoal.ru/content/press-centr/informaciya-dlya-vas/oblasti-primeneniya-uglya>. (05.11.2009).
7. Путь угля. Эксперт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.rosugol.ru](http://www.rosugol.ru). (05.06.2013).
8. Т.И.Кузьмина. 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 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru-patent.info>.
11. СУЭК начала производство полукокса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.mnr.ru](http://www.mnr.ru).(23.03.2007).
12. Михалев И. О. . Энерготехнологическое производство на основе частичной газификации углей низкой степени метаморфизма / И. О. Михалев, С. Р. Исламов // Горение твердого топлива материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием.- 13-16.11.2012. / ИГД СО РАН. - Новосибирск,2012
13. В Кемеровской области начал работу инновационный угольно-технологический комплекс // forsmi.ru. 23.08.10.
14. СУЭК начал производство полукокса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // [www.mnr.gov.ru](http://www.mnr.gov.ru).
15. Водоугольное топливо – технология будущего. /Е. Г. Карпов //Энергетика и промышленность России. - 2007. - 16.05.

16. Арбузов С. И. . Геохимия редких элементов в углях Центральной Сибири: автореф. дис. ... д-ра геолого-минералогических наук / С. И. Арбузов – Томск, 2005.
17. Освоение техногенных массивов на горных предприятиях / А. М. Гальперин и др.- М.: Изд-во Горная книга, 2012
18. Кожухов И. С. . Проблемы и перспективы рынка энергетического угля в России / И. С. Кожуховский. // УГОЛЬ РОССИИ И СНГ, 14-16 мая 2013: 8-й ежегодный саммит. - . М., 2013.