



Забайкальский государственный университет

Кафедра химии

Химия топлива

Лекция

**Уголь: химический состав,
показатели качества, методы их
определения**

Уголь – твердое горючее полезное ископаемое органического происхождения.

Состав угля:

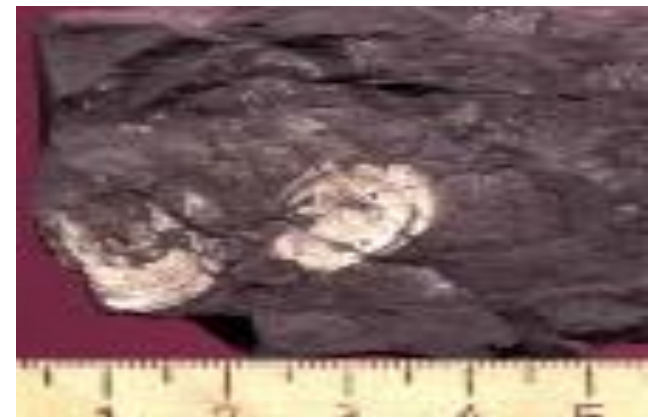
1. Свободный углерод – 10%.
2. Циклические органические соединения, содержащие С, Н, О, N, S.
3. Неорганические вещества – зола.
4. Вода .

Угли отличаются друг от друга соотношением слагающих их компонентов, что определяет их теплоту сгорания



ТЕОРИЯ ПРОИСХОЖДЕНИЯ

- Уголь – это остатки растений, погибших многие миллионы лет назад, гниение которых было прервано в результате прекращения доступа воздуха.



Углефицирование

растительные останки → торф

→ бурый уголь

↓
каменный уголь

↙ антрацит

↘ графит.

Е М
Т
А
М
О
Р
Ф
И
З М

Бурый уголь



Под давлением верхних слоев, при определенной температуре торф, спрессовывался и постепенно превращался в бурый уголь. И только с течением продолжительного времени он становится привычным каменным углем.

Бурый уголь — твердый ископаемый уголь, образовавшийся из торфа, содержит 65—70 % углерода, имеет бурый цвет, наиболее молодой из ископаемых углей. Используется как местное топливо, а также как химическое сырье.



Каменный уголь

- это осадочная порода, которая формируется из разлагающихся фрагментов растений

Состав:

- основная — горючая (органическая) масса (C, H, N, O и S), является смесью высокомолекулярных полициклических ароматических соединений с высокой массовой долей углерода;
- влага (вода);
- минеральные включения, образующие при сжигании золу (5-30%).

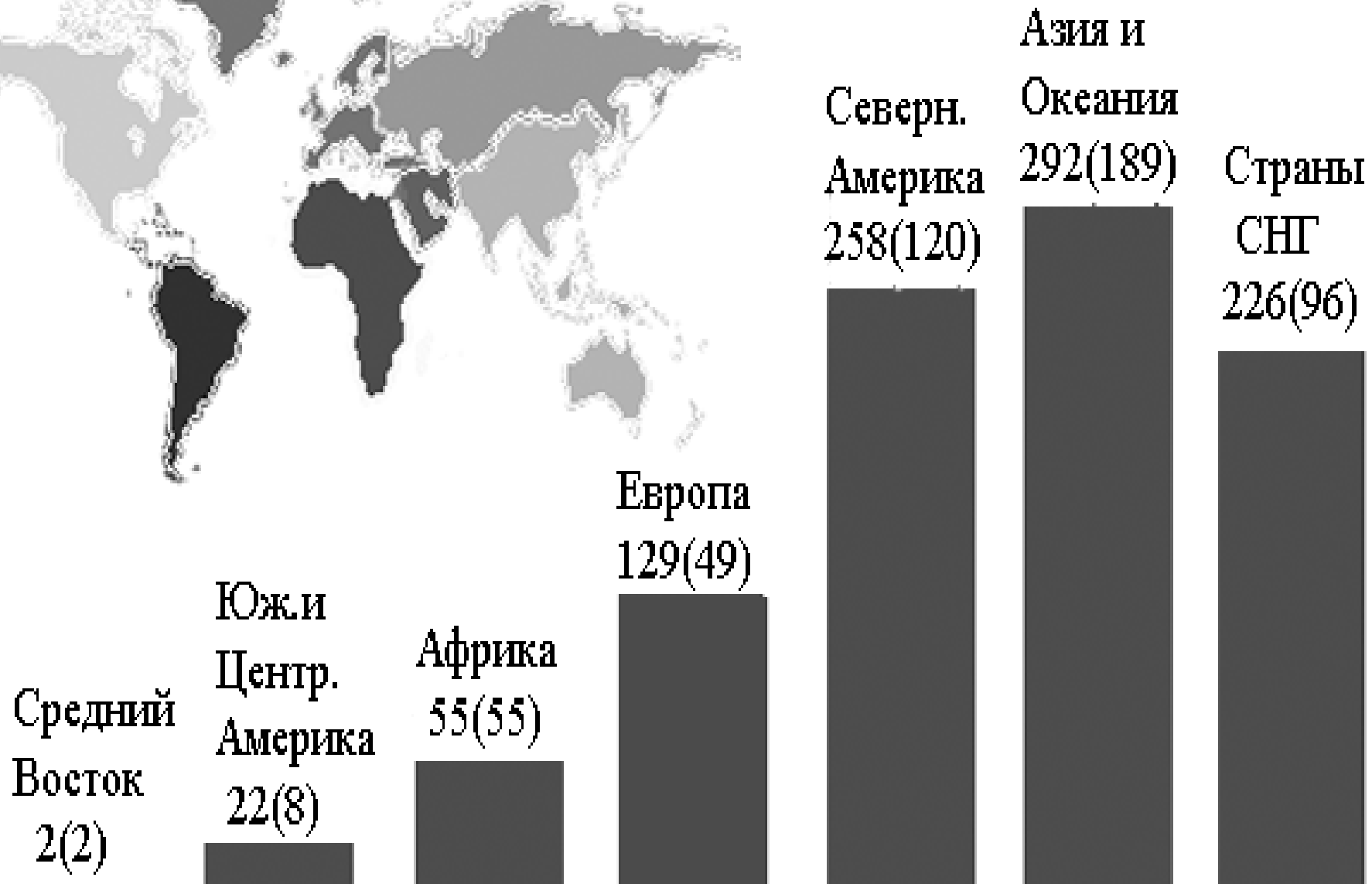
Главные составляющие золы: оксиды Si, Fe и Al, редкие и рассеянные элементы (Ge, V, W, Ti и т.д.), драгоценные металлы (Au, Ag).

Характерные физические свойства каменного угля

- *содержание углерода (С,%) - 75-97;*
- *плотность (г/см^3) – 1,28-1,53;*
- *механическая прочность (кг/см^2) – 40-300;*
- *удельная теплоемкость С (Ккал/г град) – 026-032;*
- *коэффициент преломления света – 1,82-2,04.*

Мировые запасы угля

(в скобках антрацит и битуминозный уголь)



Угольные бассейны на территории России



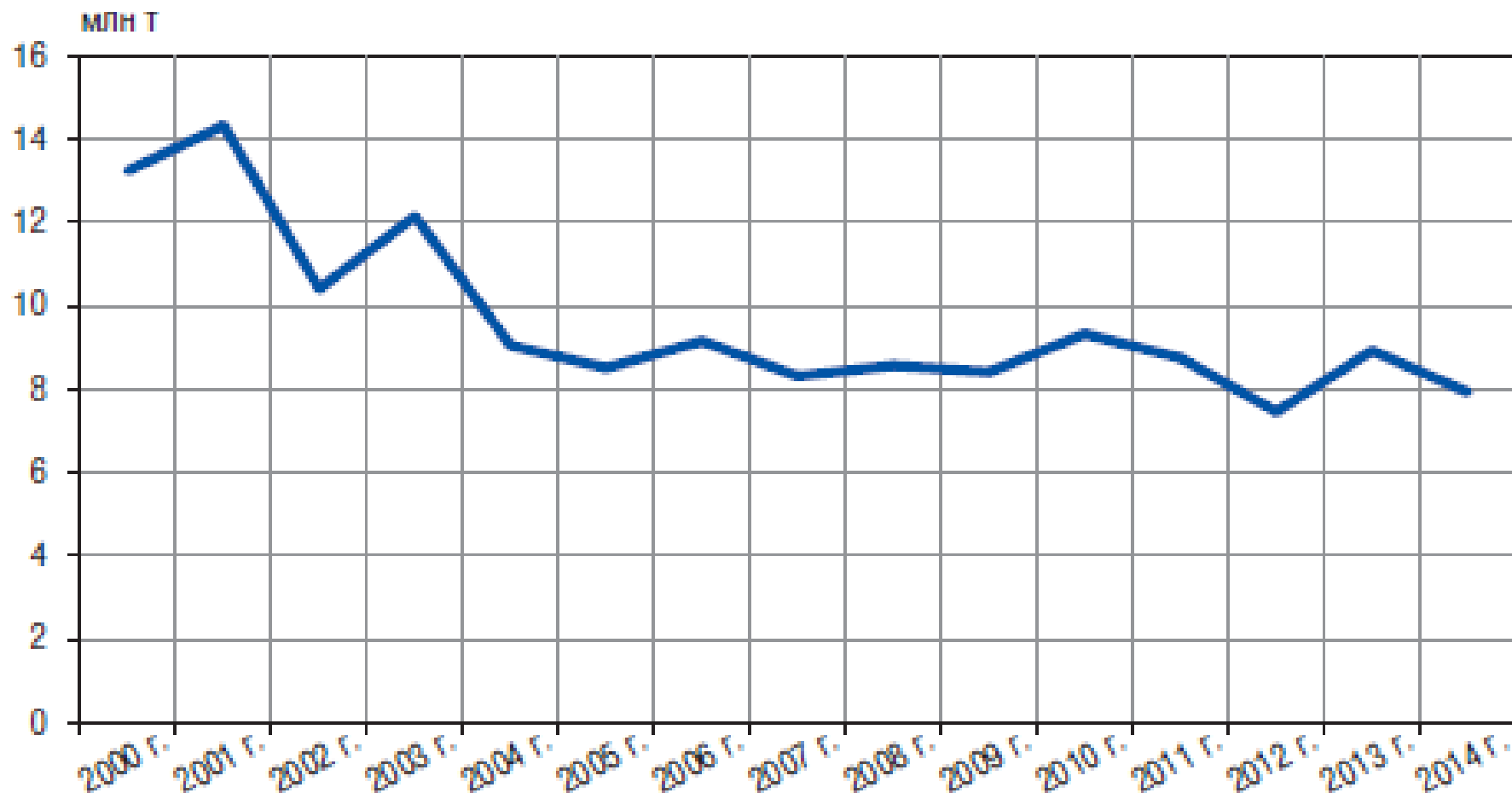
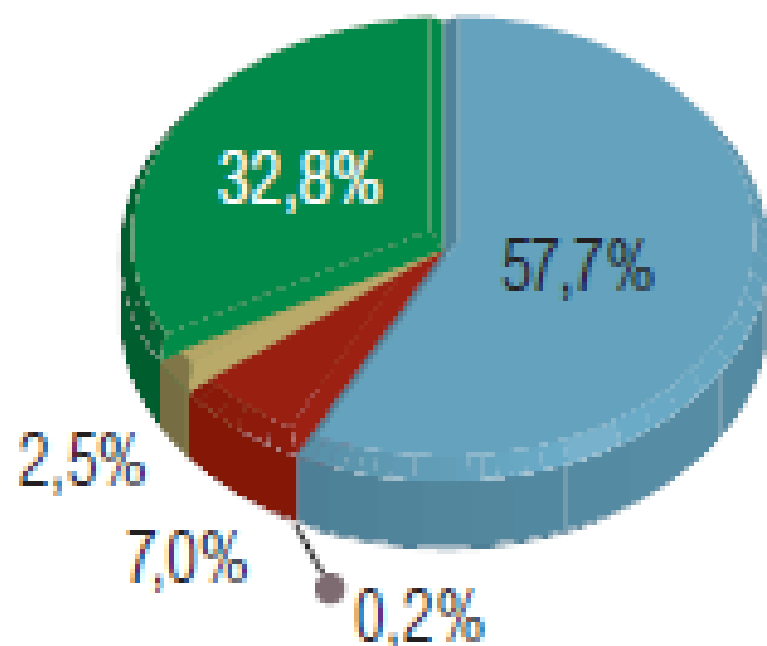


Рис. 1 Динамика изменения добычи угля в Забайкальском крае с 2000 по 2014 гг.

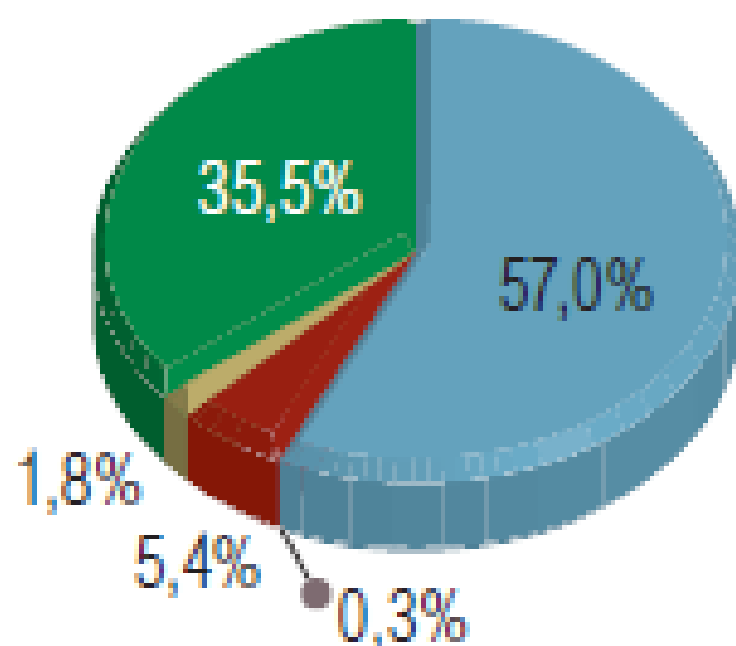
стало ОАС

Доля добычи забайкальского угля в общем объеме добычи угля в России в 2014 г. составила 2,2%

2013 год



2014 год



- Обеспечение электростанций
- Нужды коксования
- Обеспечение населения, ЖКХ, АПК

- Остальные потребители
- Экспорт

Рис. 2 Поставки забайкальского угля в 2013 и 2014 гг.

Доля компаний в общем объеме добычи угля в Забайкалье

- ОАО «СУЭК» = 49,9% (разрез «Апсатский»);
- ОАО «Приаргунское ПГХО» (месторождение Уртуйское, + добыча урана) = 37,4%;
- ОАО «Арктические разработки» (разрез «Апсатский») = 12,7%.

Апсатское месторождение каменных углей и метана – одно из крупнейших в России по запасам коксующихся углей.

Месторождение расположено в очень сложных условиях на севере Забайкальского края (в горах хребта Кодар).

Общие ресурсы коксующихся марок месторождения оцениваются в 2,2 млрд т, балансовые запасы угля – 976 млн т.

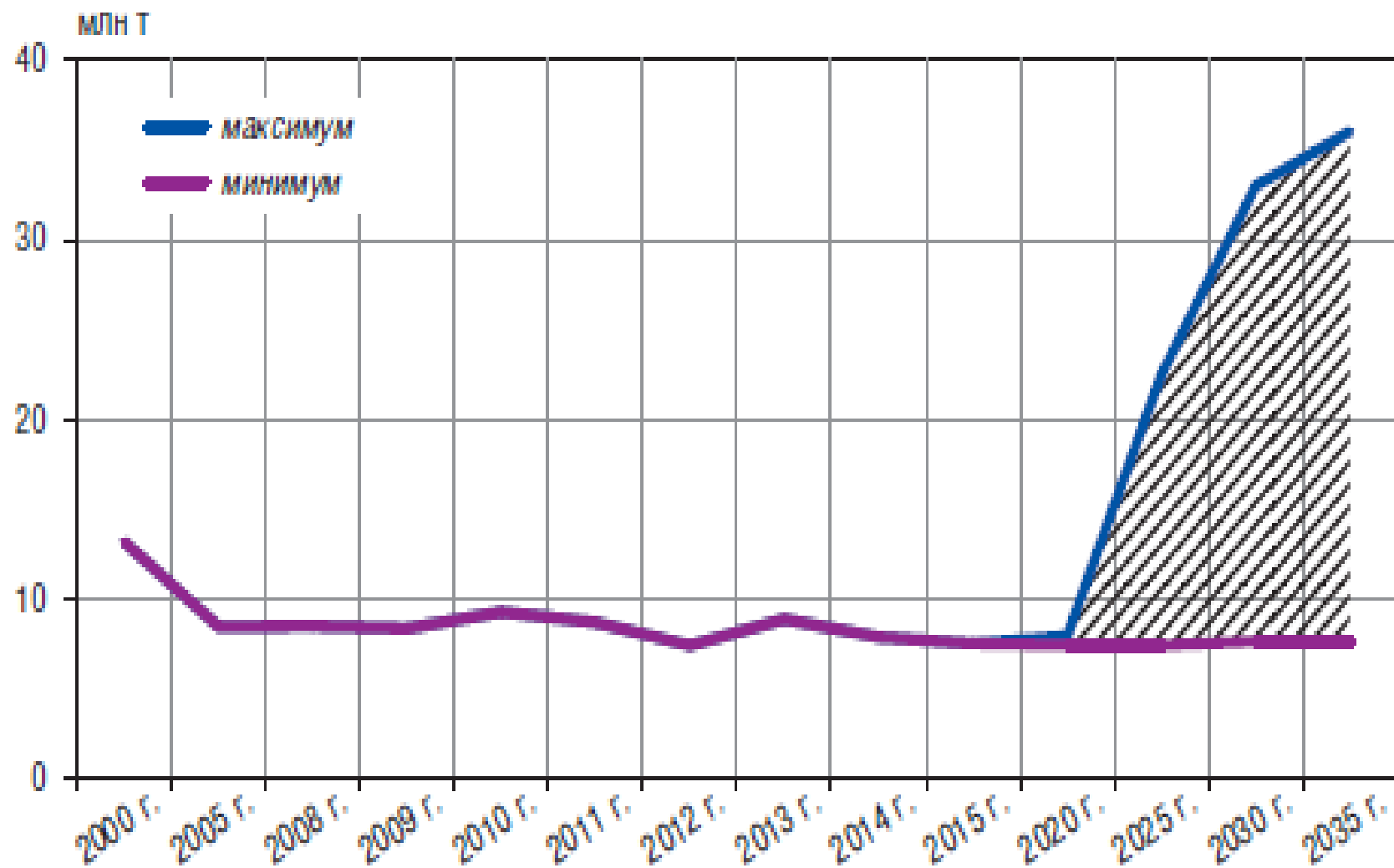
Источник: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomicheskii/9713-analiz-i-perspektivy-razvitiya-dobychi-uglya-na-period-do-2035-g-v-zabajkalskom-krae>

Уголь Забайкалья

Российско-китайская компания «Разрезуголь» выполнила первую поставку экспортного угля с Зашуланского месторождения в Красночикойском районе Забайкальского края в порт Находка Приморского края для поставки в Юго-Восточную Азию (23 марта 2018 г. портал NEDRADV).

- *Зашуланское расположено в Красночикойском районе Забайкальского края.*
- *Балансовые запасы угля составляют 252 миллиона тонн.*





Наиболее вероятный коридор развития добычи угля, добываемого в Забайкальском крае, в период до 2035 г.

Марки угля	Буквенное обозначение соответственных марок	Количество углерода, %	Летучие вещества, выход, %	Низшая теплота сгорания, ккал/кг
Бурые	Б	76 и меньше	41 и больше	3900-4500
Длиннопламенные	Д	76	39 и больше	4500-5500
Газовые	Г	83	36	5000-6000
Марки угля	Буквенное обозначение соответственных марок	Количество углерода, %	Летучие вещества, выход, %	Низшая теплота сгорания, ккал/кг
Жирные	Ж (ГЖ)	86	30	6000-6500
Коксовые	К (КО)	88	20	5500-7000
Слабоспекающиеся	СС	85-89	19-25	5500-7000
Тощие	Т	90	10-15	5000-6500
Антрациты	А	91 и больше	меньше 8	6000-7500

"Методические указания по контролю качества твердого, жидкого и газообразного топлива для расчета удельных расходов топлива на тепловых электростанциях. РД 34.09.114-92« (утв. Росэнерго 30.06.1992)



Лаборатории комплексного анализа качества угля проводят различные виды анализов углей и их смесей


Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
(РОССТАНДАРТ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)»
(ФБУ «Якутский ЦСМ»)

СВИДЕТЕЛЬСТВО
№ 81

О СОСТОЯНИИ ИЗМЕРЕНИЙ В ЛАБОРАТОРИИ

Выдано «23» августа 2016 г.
Действительно до «22» августа 2019 г.
Включительно.

Настоящим удостоверяется наличие и испытательной углехимической лаборатории ООО «УК «Колмар», расположенной п.Серебряный Бор, Нарын-Тарбагатайского района Республики Саха (Якутия), Россия, условий, необходимых для выполнения измерений в закрепленной за лабораторией области деятельности.

Приложение: Перечень объектов и контролируемых в них показателей 1 лист.

Директор ФБУ «Якутский ЦСМ» _____ Д.Д.Ноговицын

М.П.



Основные качественные характеристики угля, исследуемые в углехимической лаборатории:

- **влажность** — ГОСТ 52911 «Топливо твёрдое минеральное. Методы определения общей влаги» и ГОСТ 11014 «Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Ускоренные методы определения влаги»;
- **зольность** — ГОСТ 11022 «Топливо твёрдое минеральное. Методы определения зольности»;
- **выход летучих веществ** — ГОСТ 6382 «Топливо твёрдое минеральное. Методы определения летучих веществ»;
- **содержание общей серы** - ГОСТ 11022 «Топливо твёрдое минеральное. Определение общей серы. Метод Эшка»;
- **теплота сгорания** - ГОСТ 147 (ИСО 1928-76) «Топливо твёрдое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания»;
- **пластометрические показатели** — ГОСТ 1186 «Угли каменные. Метод определения пластометрических показателей».
- **петрографические исследования** (микроскопическое изучение состава и свойств угля)

1. Технический анализ топлив (определение влажности, зольности, выхода летучих веществ) по ГОСТ Р 52911-2008 (ИСО 589:2003, ИСО 5068-1:2007) «Топливо твердое минеральное. Методы определения общей влаги», ГОСТ 11022-95 (ИСО 1171-97) «Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности», ГОСТ 6382-2001 (ИСО 562-98, ИСО 5071-1-97) «Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ»;

2. Определение общей серы углей по ГОСТ 2059-95 «Топливо твердое минеральное. Метод определения общей серы сжиганием при высокой температуре», ГОСТ 8606-93 «Топливо твердое минеральное. Определение общей серы. Метод Эшка»;

3. Определение высшей теплоты сгорания и низшей теплоты сгорания по ГОСТ 147-95 (ИСО 1928-76) «Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания»;

4. Определение пластометрических показателей по ГОСТ 1186-87 «Угли каменные. Метод определения пластометрических показателей»;

5. Определение показателя вспучивания в тигле по ГОСТ 20330-91 (ИСО 501-81) «Угли каменные. Метод определения показателя свободного вспучивания»;

6. Определение спекающей способности по Рога по ГОСТ 9318-91 (ИСО 335-74) «Уголь каменный. Метод определения спекающей способности по Рога»;

7. Определение дилатометрических показателей в дилатометре ИГИ-ДМетИ по ГОСТ 14056-77 «Угли каменные. Ускоренный метод определения дилатометрических показателей в приборе ИГИ-ДМетИ»;

8. Определение содержания углерода и водорода по ГОСТ 2408.1-95 (ИСО 625-75) «Топливо твердое. Методы определения углерода и водорода»;

9. Определение выхода химических продуктов коксования по ГОСТ 18635-73 «Угли каменные. Метод определения выхода химических продуктов коксования»;

10. Хроматографическое определение компонентного состава газа;

11. Определение плотности углей по ГОСТ 2160-92 «Топливо твердое минеральное. Методы определения плотности».

Качество угля зависит от условий формирования, включает параметры:

1. *Влажность* — чем меньше влажность, тем выше температура горения;
2. *Зольность* — степень загрязнения угля негорючими минералами;
3. *Выход летучих (газообразных) веществ*. Чем меньше выход летучих веществ, тем больше выделяется тепла;
4. *Спекаемость* — способность угля переходить в пластическое состояние при нагревании без доступа воздуха. Это качество важно для металлургической промышленности;
5. *Коксуемость* — спекаемость угля, соответствующая требованиям, предъявляемым к металлургическому коксу.
6. *Содержание серы* (выделяемая при сгорании сера и ее соединения токсичны и коррозионноактивны).
7. *Теплота сгорания* — энергетический показатель угля, определяющий калорийность угля — количество тепловой энергии, выделяемой углем определенного вида.

ПЕРЕЧЕНЬ
ОСНОВНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КАЧЕСТВА ТОПЛИВА

ГОСТ 10742-71	Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и угольные брикеты. Методы отбора и обработки проб для лабораторных испытаний
ГОСТ 27314-87	Топливо твердое. Определение содержания влаги
ГОСТ 11022-90	Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности
ГОСТ 147-92	Топливо твердое. Метод определения высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания
ГОСТ 2408.1-88	Топливо твердое. Методы определения углерода и водорода

Характеристика разных марок угля

ПРИМЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗНЫХ МАРОК КАМЕННЫХ УГЛЕЙ

Марка угля	Элементный состав*, %				Выход летучих в-в*, %	Уд. теп- лоемкость, КДж (кг · К)	Уд. тепло- сгора- ния, МДж/кг
	С	Н	Н	О + S			
Длиннопламенные (Д)	80	5,5	1,8	12,7	43	1,30	33,28
Газовые (Г) .	84	5,0	1,7	9,3	38	1,21	35,38
Жирные (Ж) . .	87	5,0	1,5	6,5	33	1,21	35,38
Коксовые (К) . . .	88	4,8	1,5	5,7	24	1,11	36,00
Отощенные спекающие- ся (ОС) .	89	4,5	1,5	5,0	14	1,10	36,00
Тощие (Т)	91	4,0	1,0	4,0	12	1,09	35,59

* В расчете на горючую массу.

Уголь: показатели качества

№ п/п	Марка угля	Класс крупности	Наименование показателя					
			Зольность, %	Влага общая, %	Сера общая, %	Выход летучих веществ, %	Теплота сгорания, ккал/кг	
							Низшая	Высшая
1	ЗБКО	25-300 мм	6,1	29,0	0,4	46,8	4 470	7 230
2	ДР	0-300 мм	17,7	12,1	0,6	41,2	5 250	7 632
3	ДПК	50-300 мм	8,5	9,0	0,5	39,0	6 325	7 325
4	ДПКО	25-300 мм	9,8	16,8	0,3	41,3	5 237	7 423

Результаты испытаний - уголь каменный марки Д, рассортированный, пласт 4, крупностью ДПК

№ п. п.	Наименование показателя	Ед. измерения	Метод испытания (обозначение НД)	Наименование испытательного оборудования и средств измерений, заводской номер	Обозначение пробы	Результат	Норма
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Общая влага, W_t^r	%	ГОСТ 11014-2001	Сушильный шкаф, ШС-80--01 СПУ Инв. № 14892, Весы электронные аналитические, CASAD-05H (2500г/0.5 г), № 11213695	ИК 0360 от 06.12.13	17,3	
2.	Максимальная влагоемкость, W_{max}	%	ГОСТ 8858-93	Сушильный шкаф, ШС-80--01 СПУ Инв. № 14892, Весы электронные аналитические, CASAD-05H (2500г/0.5 г), № 11213695, Аппарат для определения максимальной влагоемкости б/н.		18,6	
3.	Зольность, A^d	%	ГОСТ 11022-95	Муфельная печь, ШОЛ-1,6,2,5/10-И4М, Инв. № 1502, Весы электронные аналитические, CASAD-05H (2500г/0.5 г), № 11213695		8,2	
4.	Выход летучих веществ, V_{daf}	%	ГОСТ 6382-2001	Муфельная печь, ШОЛ-1,6,2,5/10-И4М, Инв. № 1519, Весы электронные аналитические, CASAD-05H (2500г/0.5 г), № 11213695		43,2	
5.	Сера, S^d	%	ГОСТ 8606-93	Трубчатая печь Pruffer, мод 2/3х30, сер. № 11432, Весы электронные аналитические, CASAD-05H (2500г/0.5 г), № 11213695		0,42	
6.	Теплота сгорания высшая, $Q_{s,daf}$	ккал/кг МДж/кг	ГОСТ 147-95	Микропроцессорный бомбовый калориметр C200 IKA - Германия, сер № 01.781460, Весы электронные аналитические, CASAD-05H (2500г/0.5 г), № 11213695		7654	
						32,05	
7.	Теплота сгорания высшая, $Q_{s,af}$	ккал/кг МДж/кг	ГОСТ 147-95			6234	
						26,10	
8.	Теплота сгорания низшая, Q_i^r	ккал/кг МДж/кг	ГОСТ 147-95			5568	
						23,31	
9.	Хлор, Cl^d	%	ГОСТ 9326-2002	Муфельная печь, ШОЛ-1,6,2,5/10-И4М, Инв. № 1520, Весы электронные аналитические, CASAD-05H (2500г/0.5 г), № 11213695		0,04	
10.	Мышьяк, As^d	%	ГОСТ 10478-93	Муфельная печь, ШОЛ-1,6,2,5/10-И4М, Инв. № 1520, Весы электронные аналитические, CASAD-05H (2500г/0.5 г), № 11213695		0,0004	

Рем



Ю.А. Петрашкевич.
12.12.2016 г.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ ISO
15585 —
2013

УГОЛЬ КАМЕННЫЙ

Определение индекса спекаемости

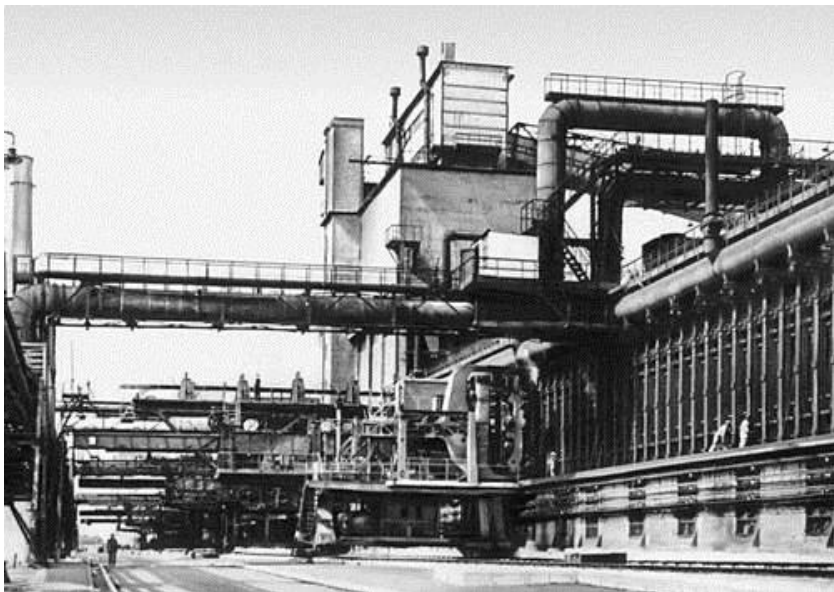
(ISO 15585:2006, IDT)

ВАЖНЕЙШИЕ ПРОДУКТЫ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ УГЛЯ



- Из угля при химической переработке получают до **300** наименований разнообразных продуктов.
- Получают высокоуглеродистые углеграфитовые материалы, горный воск, пластические массы, синтетическое, жидкое и газообразное высококалорийное топливо.

Продукты переработки каменного угля



кокс сухой	78,0
смола.	3,5
бензол	1,0
аммиак	0,3
коксовый газ	16,0
сухой	
пирогенетическая	1,2
влага	
Итого	100,0

КОКСОВАНИЕ

— процесс переработки жидкого и твёрдого топлива нагреванием без доступа воздуха.

При разложении топлива образуются твёрдый продукт — кокс и летучие продукты.



Кокс - серое, серебристое, пористое, твердое вещество, более чем на 96% состоящее из углерода и получаемое при нагревании каменного угля или нефтяных пеков без доступа воздуха при 950-1050°C.

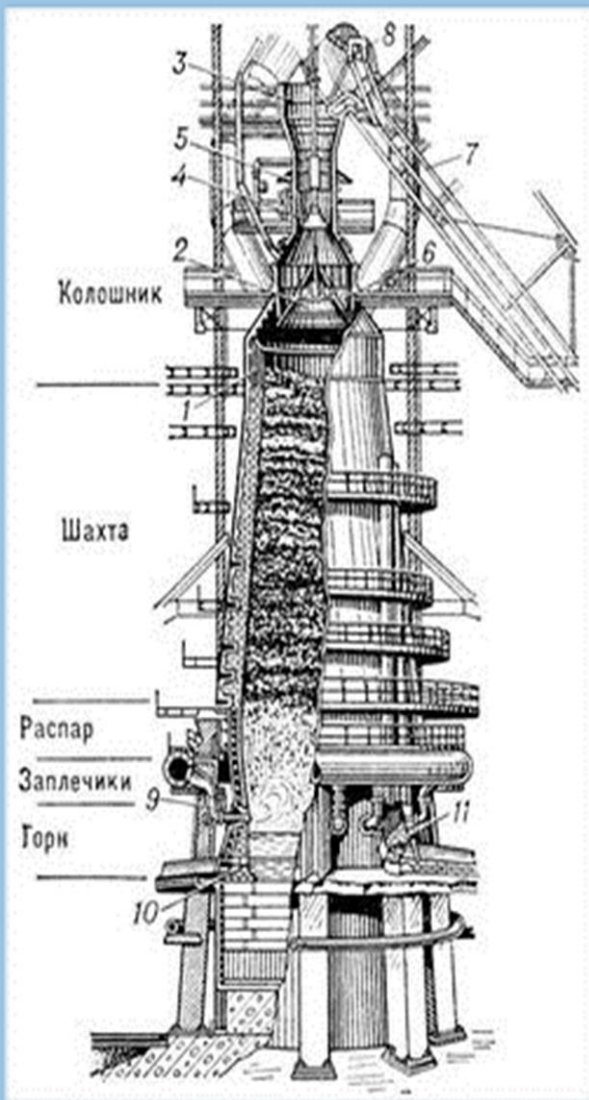
Коксование каменного угля

Коксование – нагревание каменного угля без доступа кислорода.



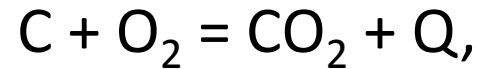
Применение кокса

- 1 • для изготовления электродов
- 2 • для фильтрования жидкостей
- 3 • в химической промышленности
- 4 • в цветной металлургии
- 5 • в литейном производстве
- 6 • для восстановления железа из железных руд в доменном процессе выплавки чугуна.

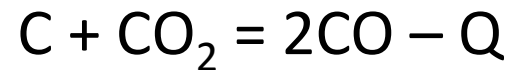


Доменная печь

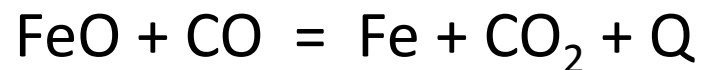
В **доменной печи** кокс сгорает и образуется оксид углерода (IV):



который взаимодействует с раскаленным коксом с образованием оксида углерода (II):



Оксид углерода (II) и является восстановителем железа, сначала из оксида железа (III) образуется оксид железа (II, III), затем оксид железа (II) и, наконец, железо:



Кроме кокса при сухой перегонке каменного угля образуются также летучие продукты, при охлаждении которых до 25-75 °С образуется каменноугольная смола, аммиачная вода и газообразные продукты.



Проблемы угольной отрасли

Основная экологическая проблема при использовании угля – выбросы парниковых газов (44% от всех выбросов - CO_2)



- По уровню **производственного травматизма** угольная промышленность занимает в производственной сфере лидирующее положение
- Для угольной отрасли характерен **низкий уровень** санитарно-гигиенической **безопасности** условий **труда**.



- Экологические проблемы в районах размещения **зошлаковых отвалов** угольных ТЭС



Золошлакоотвал (ЗШО) Читинской ТЭЦ-2



Расположение ЗШО в Ингодинском районе г. Читы

