ФГУП «Институт обогащения твёрдого топлива»

Роль стандартизированного угольного топлива в реализации программы чистой угольной энергетики

Линёв Б.И.
Рубинштейн Ю.Б.

Роль угля в производстве электроэнергии в мире

- Доля угля в мировом топливно-энергетическом балансе составляет 42,8%

  (у нефти – 5,5; у газа – 18,5%, ядерной энергии – 15,0%, гидроэнергии и других возобновляемых источников – 18,2%);

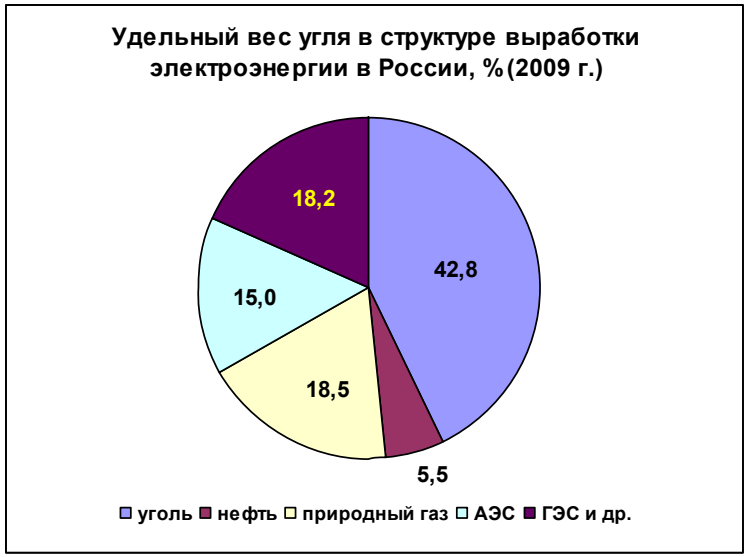
- Во многих странах значение угля для электроэнергетики гораздо выше:

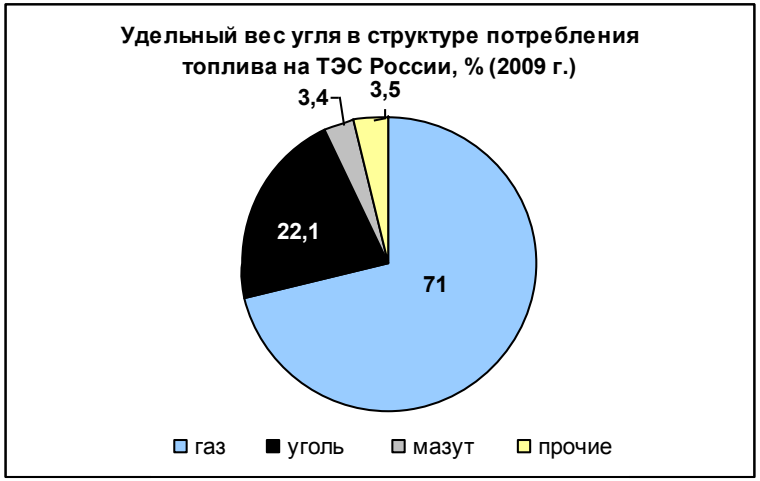
  в Польше – 95%, ЮАР – 90%,
  Австралии – 86%, Китае – 81%,
  Англии – 60%, Германии – 54%,
  США - 52%, Японии – 30%. ;

- В России, несмотря на большие запасы угля, на угольных ТЭС вырабатывается всего 14,6% электроэнергии ;

- Доля угля в топливном балансе на ТЭС России составляет 22,1%;

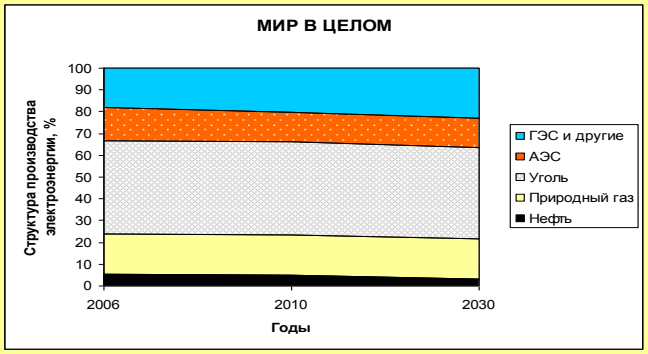
- по сравнению с 2010 г. использование угля для производства электроэнергии в мире к 2030 г. увеличится на 41% (до 4,5 млрд. т.у.т.) и уголь будет оставаться главным источником производства электроэнергии. Это соответственно вызовет повышение выбросов CO2 с 28,8 млрд т в 2008 году до 40,2 млрд т в 2030.

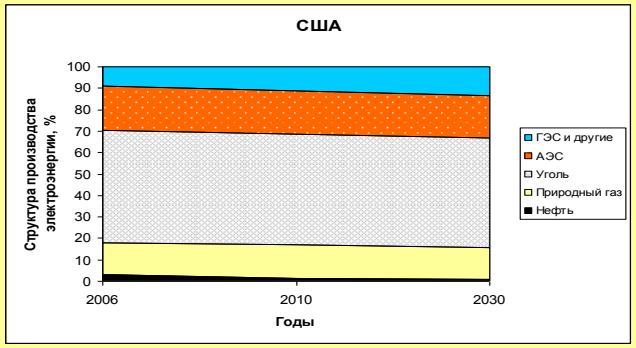


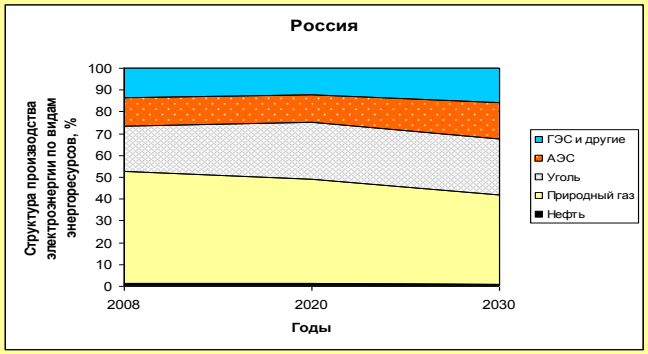


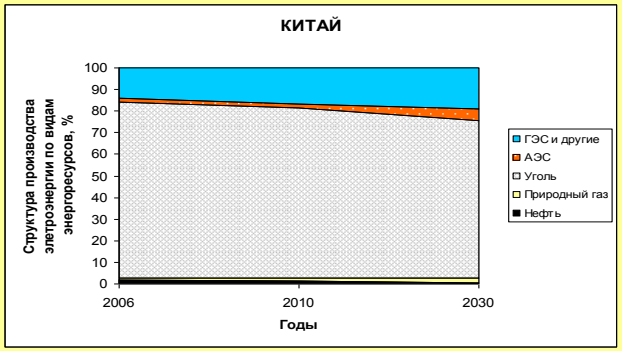
*) по данным за 2009 г.

Прогноз структуры потребления первичных энергоресурсов при производстве электроэнергии





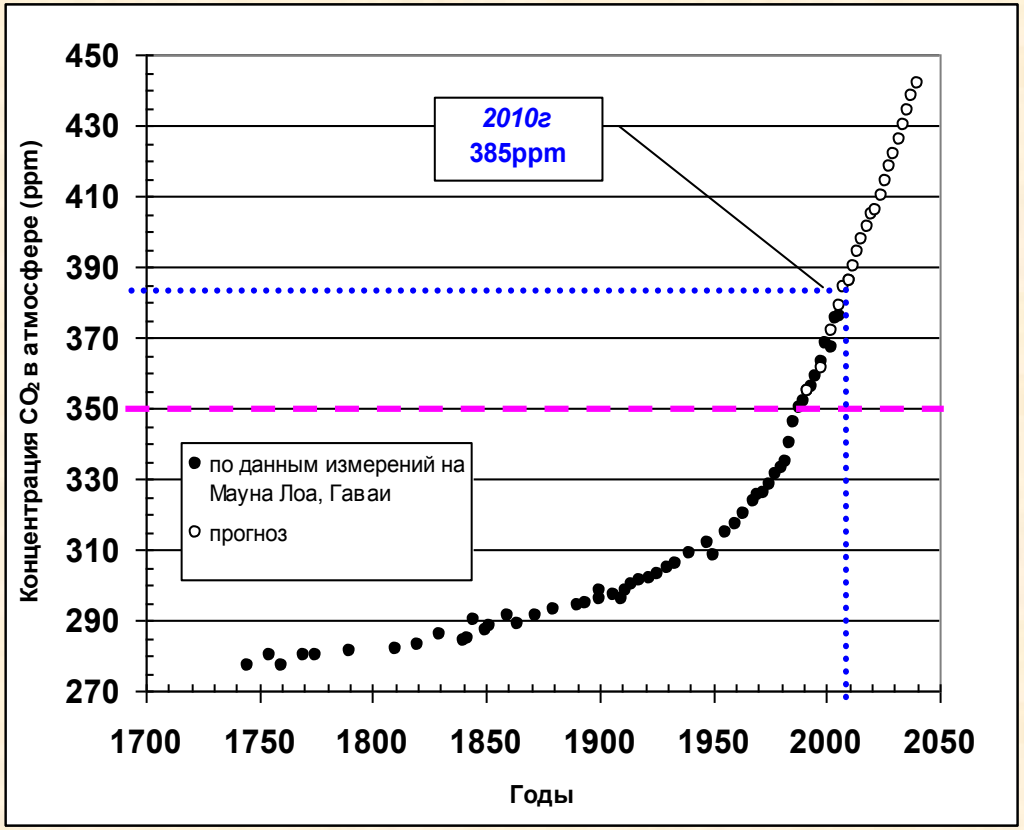




На перспективу до 2030 года уголь остается в мире определяющим видом энергоресурсов при производстве электроэнергии

- **Доля угля в мировом энергобалансе составляет в среднем 42% и сохранится до 2030 г.;**
- **в энергобалансе США доля угля сохранится на уровне 50% до 2030 г.;**
- **в Китае прогнозируется уменьшение доли угля – с 81,1 до 73,1%.**
- **в России прогнозируется увеличение доли угольной генерации с 14,6% до 25,6% к 2030г.**

Динамика изменения содержания диоксида углерода в атмосферном воздухе



Содержание CO_2 в атмосфере постепенно возрастает и за последние 100 лет увеличилось более чем на 10%.
Углекислый газ препятствует тепловому излучению в космическое пространство, создавая так называемый парниковый эффект.
Изменение содержания CO_2 в атмосфере в значительной мере влияет на климат Земли

По расчётам учёных «безопасное» содержание CO_2 в атмосфере нашей должно составлять 350 ppm, именно такое содержание углекислого газа не выведет климат Земли из равновесия.

Технологии улавливания и захоронения углекислого газа

ТЭС, построенная в Германии по технологии захвата и захоронения углекислого газа (CCS – Carbon Capture and Storage)

Исследования показывают, что технологии улавливания и захоронения углекислого газа могут внести большой вклад в сокращение объемов выбросов CO_2 в текущем столетии. Однако для применения этих технологий в мировом масштабе следует решить три задачи:

- *Первый и наиболее капитало– и энергоемкий этап – это процесс улавливания CO_2 .*
- *Второй- транспортировка к месту захоронения*
- *Третий этап — захоронение — включает в себя закачку, мониторинг и обеспечение исправного состояния оборудования на участке захоронения.*

В Германии построена первая экологически чистая теплоэлектростанции, работающей на угле с технологией захоронения углекислого газа.

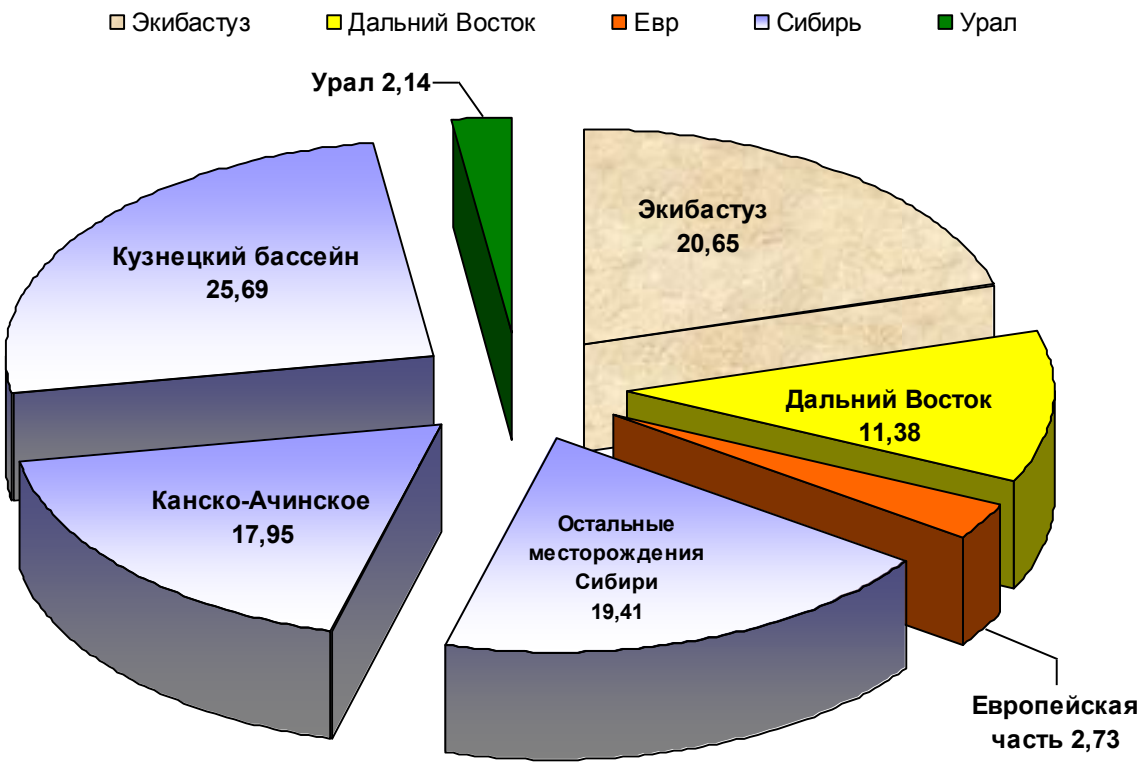
Газообразные отходы горения проходят специальную систему очистки. После нее в смеси совсем не содержится углекислого газа – он отделяется, сжижается (объем при этом уменьшается в 500 раз) и помещается в баллоны. Баллоны доставляют в специальные места для захоронения – там сжиженный углекислый газ закачивают на глубину 1000 метров в пористую породу. Строительство ТЭС обошлось в 70 миллионов евро. В Евросоюзе строят еще 12 таких электростанций. Аналогичные проекты реализуются в США.

Основным препятствием для широкого внедрения новой технологии является высокая стоимость эксплуатации подобных ТЭС.

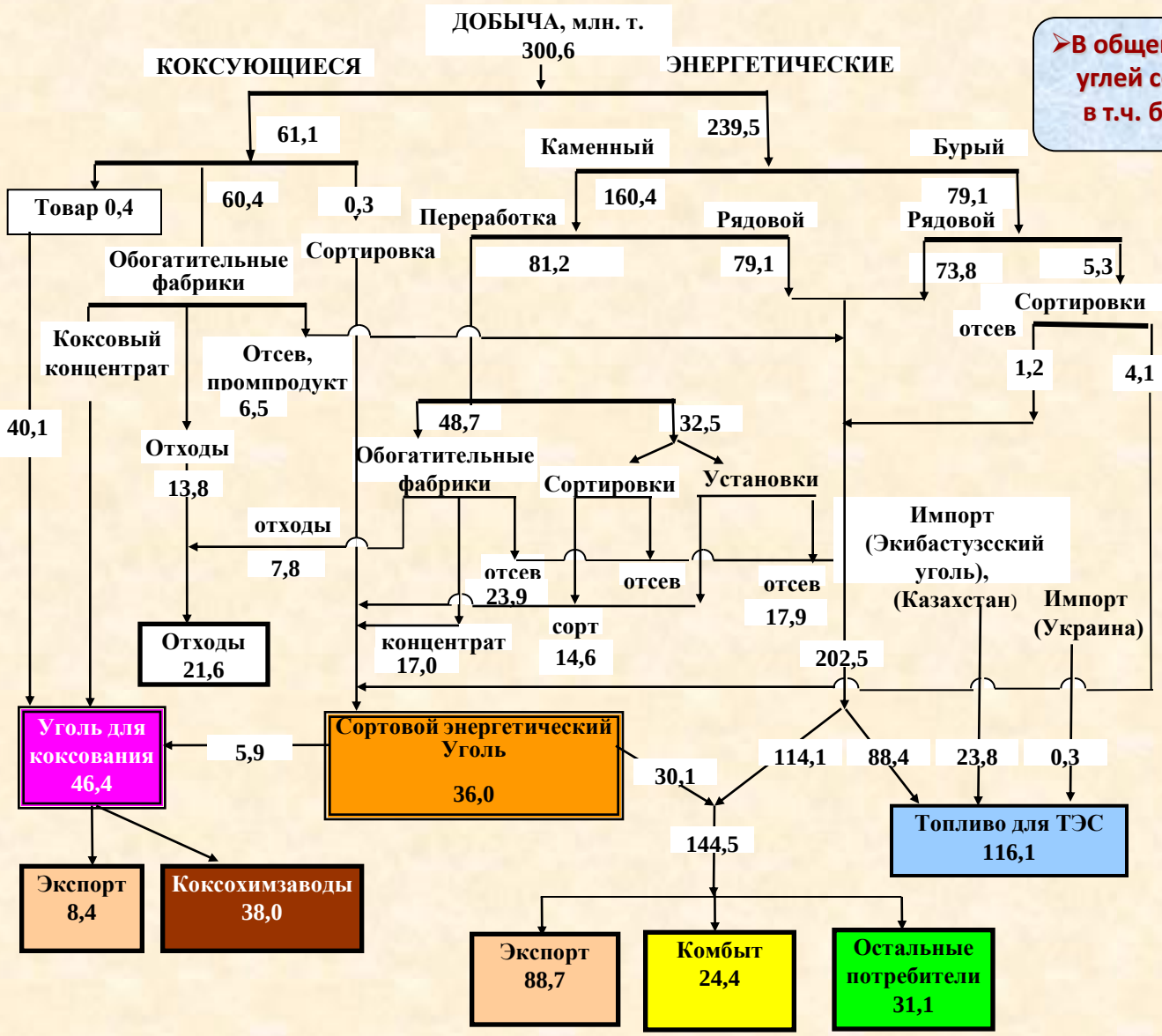
Распределение угольных ТЭС по доле угля в топливном балансе

Доля угля в структуре топлива ТЭС,%	Количество ТЭС	Распределение установленной мощности по ТЭС				
		Установленная мощность $N_{уст.}$, МВт	Доля от $\Sigma N_{уст.}$, %	в т.ч. на угле		
				МВт	Доля от $\Sigma N_{угол.}$, %	Доля от $\Sigma N_{уст.}$, %
> 90	63	31169,0	54,8	30884,0	78,9	54,34
50 - 90	12	6420,0	11,3	4423,2	11,3	7,78
20 - 50	18	10613,0	18,7	3364,1	8,6	5,92
10,0 - 20	4	953,0	1,7	102,2	0,3	0,18
< 10	28	765,0	13,5	359,5	0,9	0,63
ИТОГО	124	56830,0	100	39132,9	100	68,86

Структура сырьевой базы углей, поступающих на ТЭС России



СТРУКТУРА ФОРМИРОВАНИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ (2009 г.)

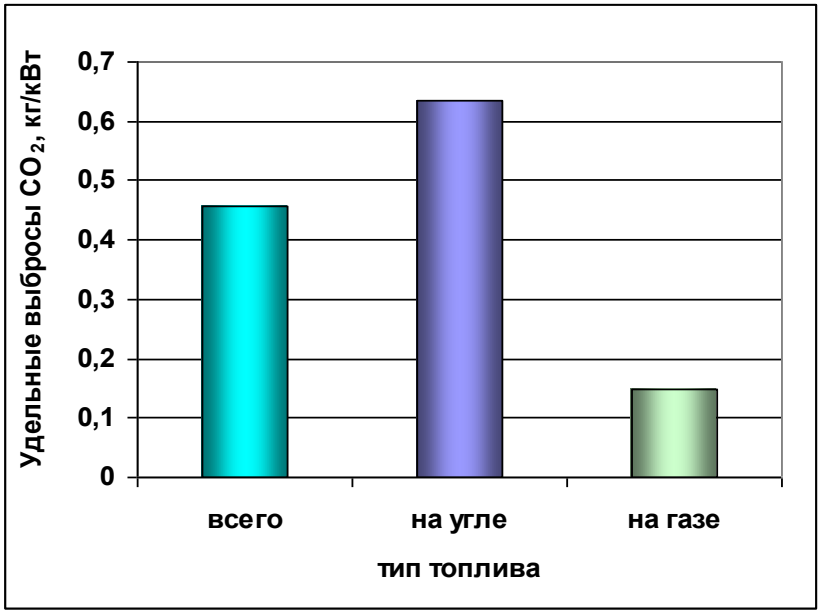


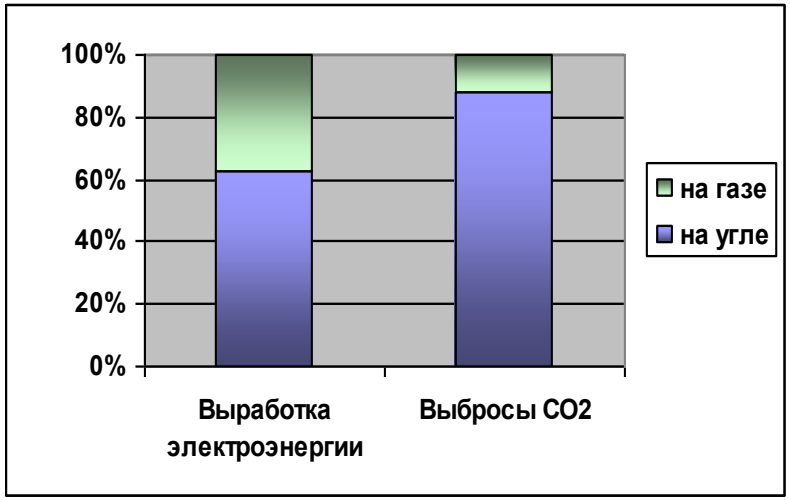
- В общей добыче доля энергетических углей составила 79,7% (или 239,5 млн.т), в т.ч. бурых углей – 26,3 % (или 79,1 млн.т)

- На ТЭС поставлено 112,6 млн.т, в т.ч. 24,2 млн.т –импортируемого угля, что в структуре топлива для ТЭС составило – 21,3% (или 37% от добычи энергетических углей)

- Экспорт составил 97,1 млн.т, в т.ч. 88,7 млн.т (или 94,5% экспорта) приходится на энергетические угли (что составляет 37% от их добычи)

Доли вырабатываемой электроэнергии и выбросов диоксида углерода (CO_2) по видам топлива на угольных ТЭС России





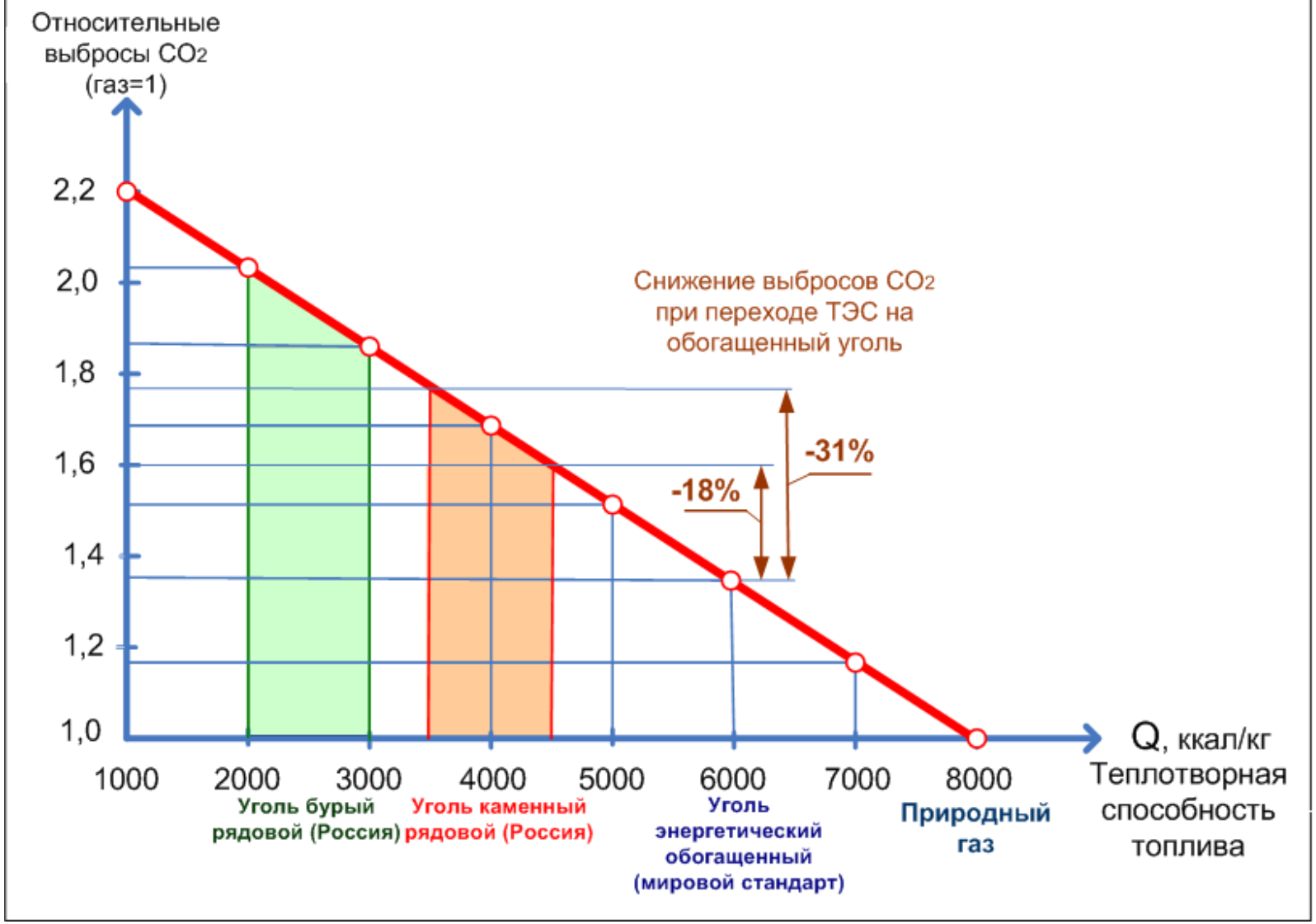
Удельные выбросы CO_2 в кг/кВт при сжигании угля на ТЭС России в 3раза выше по сравнению с использованием газа в качестве топлива

В результате работы угольных ТЭС России в 2009 году при выработке электроэнергии 264,9 млрд. кВт.ч выбросы загрязняющих веществ составили 2002,2 тыс.тонн.

Выбросы парниковых газов (CO_2) составили 121,2 млн. тонн, в том числе 14,6 млн. тонн - от сжигания газа, 106 млн. тонн – от сжигания угля, 6,7 млн. тонн - от сжигания мазута.

ЦНИЭИ УГОЛЬ

Зависимость относительной величины выбросов парниковых газов на ТЭС от теплотворной способности потребляемого топлива (газ=1)



Переход от сжигания на ТЭС т.н. проектного топлива (по сути рядовых углей) к использованию стандартного обогащенного угля позволит сократить более чем на 30 млн.т в год выбросы CO_2.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ТЭС

Необходимость стандартизации угольного топлива для ТЭС обусловлена рядом причин:

- Нормируемые обязательные показатели качества в действующих в настоящее время технических условиях установлены в значениях, в целом снижающих энергетическую ценность угольной продукции по отношению к ранее существовавшему уровню, за счет более широкого вовлечения в энергетический сектор потребления низкокачественных углей, в частности:

  - для Дальнего Востока зольность каменных углей увеличена со средней 20 % до 40-45 %, бурых углей со средней зольности 36 % до 40-45 %, при этом влажность бурых углей повышена со средней 36 % до 40-45 %;

  - для Восточной Сибири зольность каменных углей увеличена с 27 % до 40 %, для бурых углей зольность со средней 27 % до 30 %, при этом влажность бурых углей повышена с 36 % до 40 %;

  - для Кузнецкого и Горловского бассейнов зольность каменных углей по верхнему пределу увеличена с 25 % до 35 %, влажность с 12 % до 22 %.

- Угольная продукция в обязательном порядке не нормируется по показателям теплотворной способности, выходу летучих веществ, показателю размолоспособности угля и температуре плавления золы.

- В действующих технических условиях исключен параметр, регламентирующий содержание в рядовых углях массовую долю минеральных примесей (породы), что дает возможность поставлять на энергетические нужды без ограничений угольную продукцию в засоренном виде.

- Необходима корректировка показателей допустимых выбросов (ПДВ), установленных ГОСТ Р 50831-95 «Новые установки», которые значительно отстают от нормативов ЕС по удельным выбросам диоксидов серы (SO_2) и окислов азота (NOx), практически в 3 раза выше европейских норм.
- Потребление рядового низкокалорийного угля приводит также к существенному увеличению выбросов CO2 до 1,6-1,7 раз по отношению к газовому топливу при сжигании каменных углей и до 2 раз – при сжигании бурого угля.

Классификация «чистых» угольных технологий по стадии, на которой осуществляется воздействие на топливо и получаемые продукты переработки

Технологии предварительной подготовки сырья, где его переработка осуществляется до момента использования в процессе сжигания или газификации (pre-combustion technology);

<u>Обогащение угля,</u> снижения его зольности, содержания серы и других нежелательных примесей, повышение калорийного эквивалента

Производство стандартизированного топлива для ТЭС

Чистые угольные энерготехнологии сжигания и газификации - в них высокие экологические и технологические показатели достигаются в самом процессе переработки топлива (combustion / gasification);

- сжигание в ПКС и ЦКС при атмосферном давлении;
- ПКС и ЦКС под давлением;
- газификация в ПКСД и ЦКСД;
- двухстадийные методы переработки топлива в КСД;
- газификация в потоке и слое;
- ступенчатое сжигание;
-горелки с низким выбросом оксидов азота и др.
- эксплуатация пылеугольных котлов с критическими и ультра-сверхкритическими параметрами пара

Технологии обработки продуктов, образующихся в ходе термохимической переработки топлива (post-combustion technology).

технологии очистки дымовых газов от оксидов серы и азота, твердых частиц

- комплексные технологии десульфуризации дымовых газов с получением строительных материалов,

- селективное каталитическое восстановление (СКВ)
- селективное некаталитическое восстановление (СНКВ)
(для очистки от NO_x),

- высокотемпературная очистка газовых потоков в керамических фильтрах под давлением и др.

технологии утилизации золо-шлаковых отходов (ЗШО)

Методы переработки и использования образующихся твердых продуктов **:**

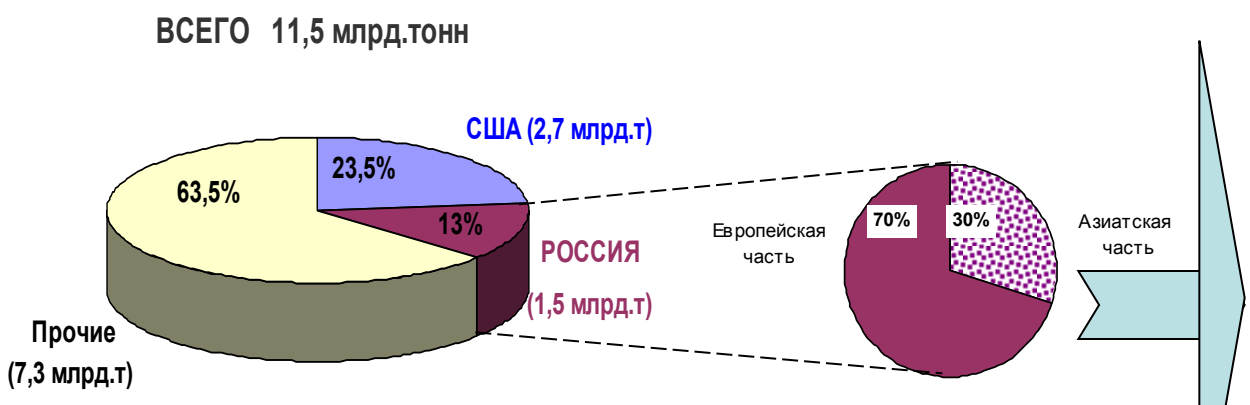
- Выделение несгоревшего углерода (использование в дополнение топлива ТЭС);

- Выделение минеральной части , с содержанием органики 2-5% (использование в качестве добавок для производства строительных материалов – легких бетонов, зольного гравия, цемента и т.п.)

ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭС

•В России ежегодно образуется около 40 млн. тонн золошлаковых отходов (ЗШО), в золоотвалах их накопилось более 1,5 млрд. тонн

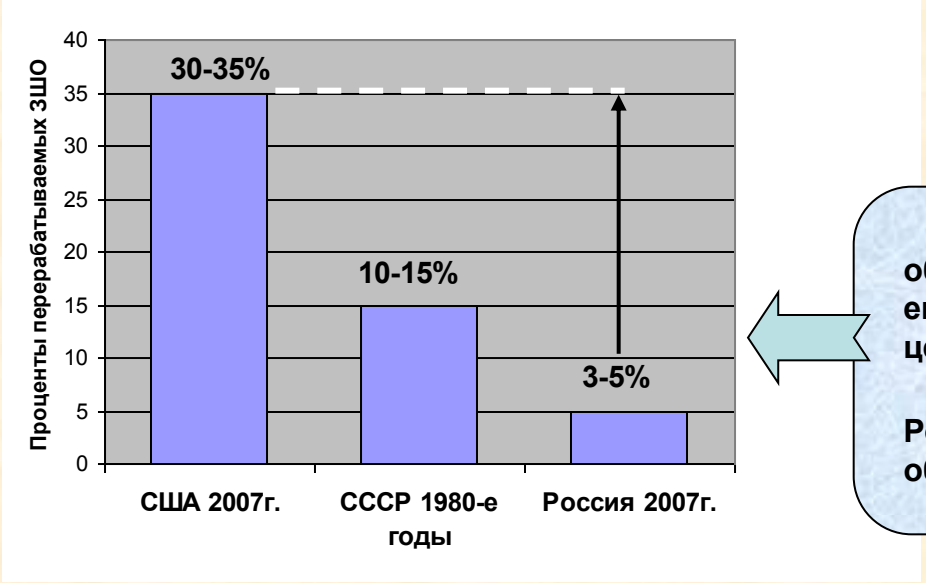
•При этом более половины этих ресурсов находится в близости к крупнейшим стройкам страны – в Европейской части



❖Масштабная энергетическая инфраструктура и технологические особенности российских ТЭС способствуют формированию уникальной по объемам сырьевой базы для использования в производстве стройматериалов

❖Золоотвалы (175 электростанций России) занимают площадь 22 тысячи Га.

❖Объемы ЗШО в России ежегодно пополняются на 40 млн. тонн

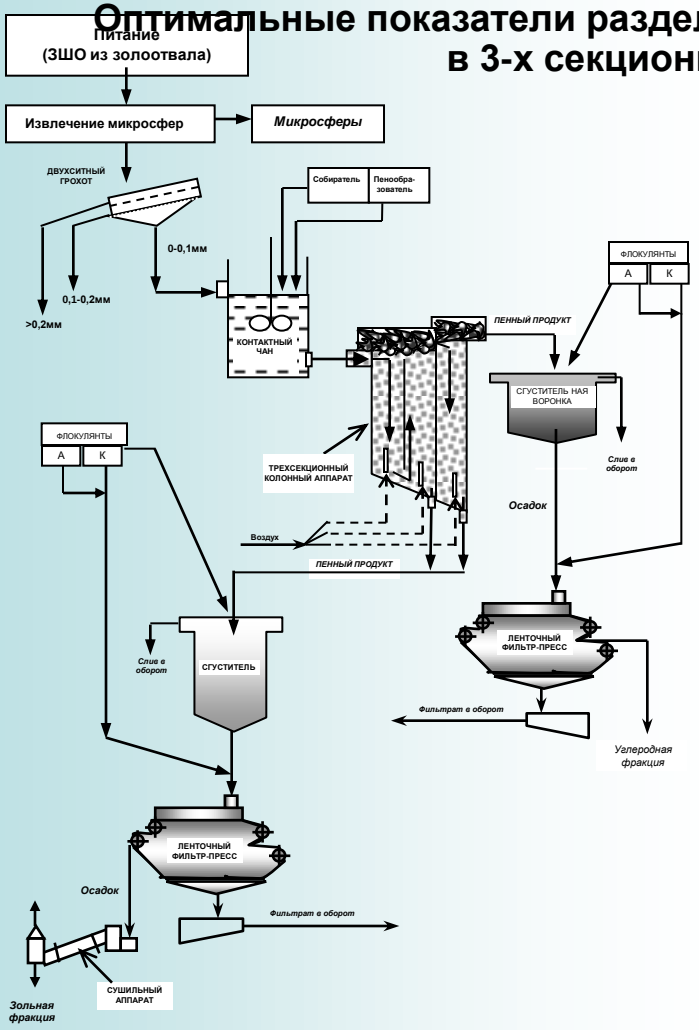


Использование ЗШО позволит увеличить объем производства цемента и материалов на его основе на 10-15% без ввода новых цементных заводов

Как показывает пример развитых стран, у России есть потенциал многократного роста объемов переработки ЗШО в стройматериалы

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ФЛОТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗШО

Оптимальные показатели разделения золы унос «Новочеркасской ГРЭС» в 3-х секционном колонном аппарате



Технологическая схема переработки ЗШО

Операция	Концентрат		Отходы		Питание
	Выход, %	Золь-ность, %	Выход, %	Золь-ность, %	Золь-ность, %
Основная и контрольная флотация	27.2	51.1	72.8	98.4	85.5
Перечистная флотация	20.1	36.8	79.9	97.8	85.5

Сп = 200г/л; V = 1,4 см/с; $Q_п/Q_в$ = 0,6 (во всех секциях колонного аппарата); интенсивность перемешивания с реагентами перед флотацией n = 1800 об/мин

Реагентный режим: основная флотация - керосин – 1,4 кг/т; МИБК-0,35 кг/т;
контрольная флотация – керосин - 1,4кг/т; МИБК – 0,25 кг/т;
Перечистка концентрата - керосин – 0,7 кг/т; МИБК – 0,25 кг/т;

- При получении минеральной части с содержанием LOI менее 5% достаточно использовать 2-х секционный колонный аппарат и схему флотации, включающую основную и контрольную операции, зольность угольного концентрата при этом несколько превышает 50%.
- Получение зольности угольного концентрата до 40% возможно при использовании 3-х секционнго колонного аппарата

Спасибо за внимание!