

9-я Международная школа-семинар молодых ученых и специалистов "Энергосбережение - теория и практика"



Перспективные направления энергосбережения
в высокотемпературных технологиях
(памяти А. Д. Ключникова)



**Заслуженный деятель науки и техники РСФСР
доктор технических наук профессор
Ключников Анатолий Дмитриевич**



**Лейтенант
Ключников Анатолий Дмитриевич**



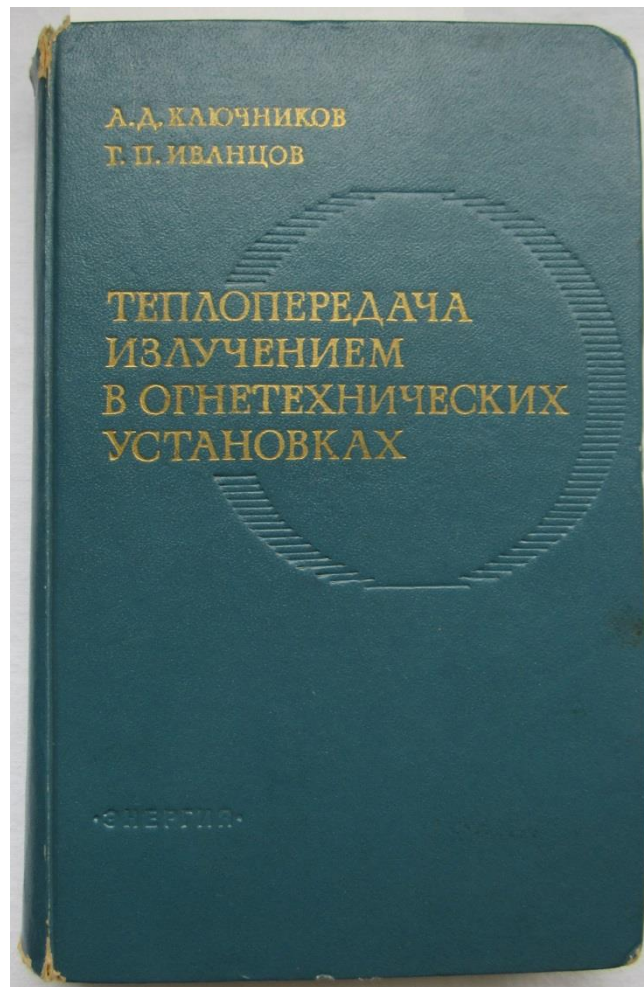
**Профессор
Семенов Николай Александрович (справа)
и к.т.н. Новосельцев Владимир Николаевич**



Доклад по докторской диссертации (1973 год)



Доклад по докторской диссертации (1973 год)



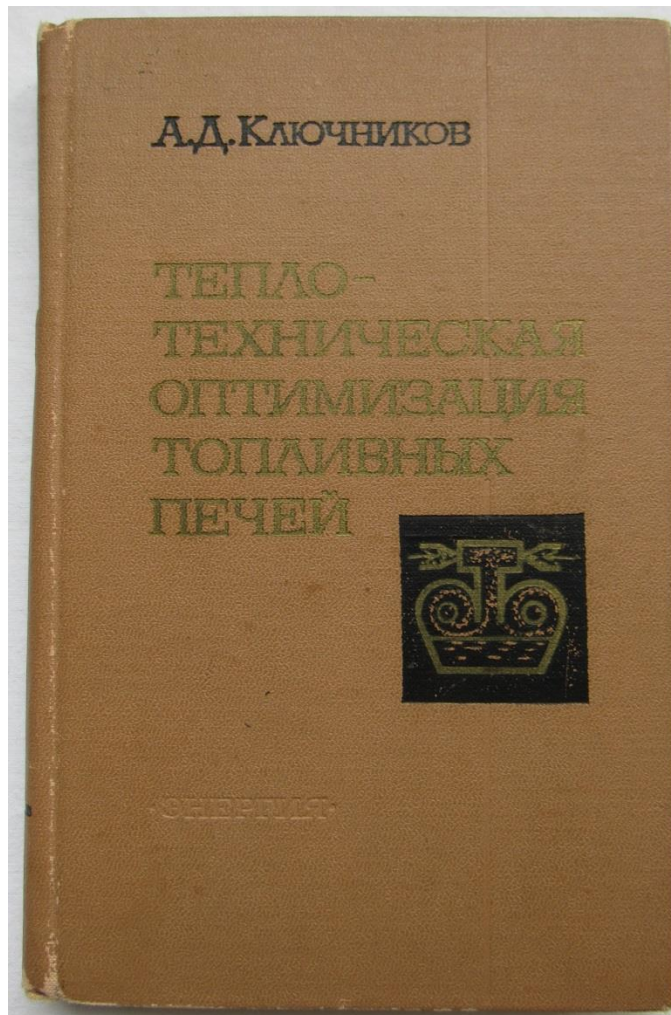
Ключников А.Д., Иванцов Г.П.

**Теплопередача излучением в огнетехнических установках
(инженерные решения задач) 1970 год**

НИУ



МОИ



Ключников А.Д.

**Теплотехническая оптимизация топливных печей
1974 год**

НИУ

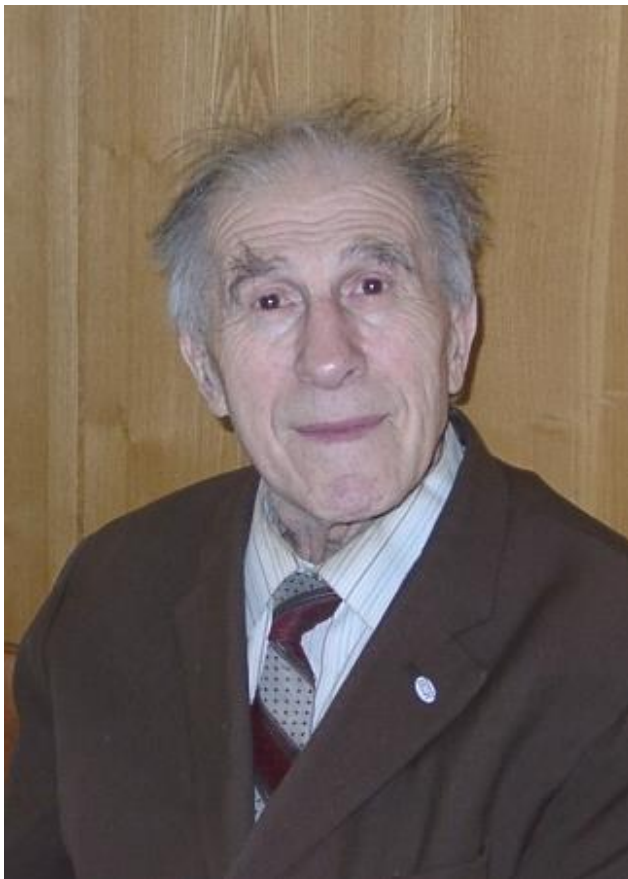


МОИ



**Доцент Шурыгин
Алексей Петрович**

**Доцент Перелетов
Иван Иванович**



**Профессор Сидельковский
Лазарь Наумович**



**Доцент Троянкин
Юрий Васильевич**



**Доцент Морозов
Игорь Петрович**



**Доцент Семенов
Владислав Сергеевич**



НИУ



МОИ



НИУ



МОИ

Концепция интенсивного энергосбережения

Точка отсчета – теоретический минимум энергопотребления в объекте.

Мера успеха в решении проблемы энергосбережения – степень приближения к этому минимуму.

Первое направление – создание ресурсосберегающих непрерывных производств:

- непрерывное производство черновой меди в системе комплексной безотходной переработки медного сульфидного сырья
- внедоменная переработка железных руд
- экологически чистое производство силикатных расплавов и продуктов из них

Второе направление – создание высокофорсированных энергоэффективных промышленных установок:

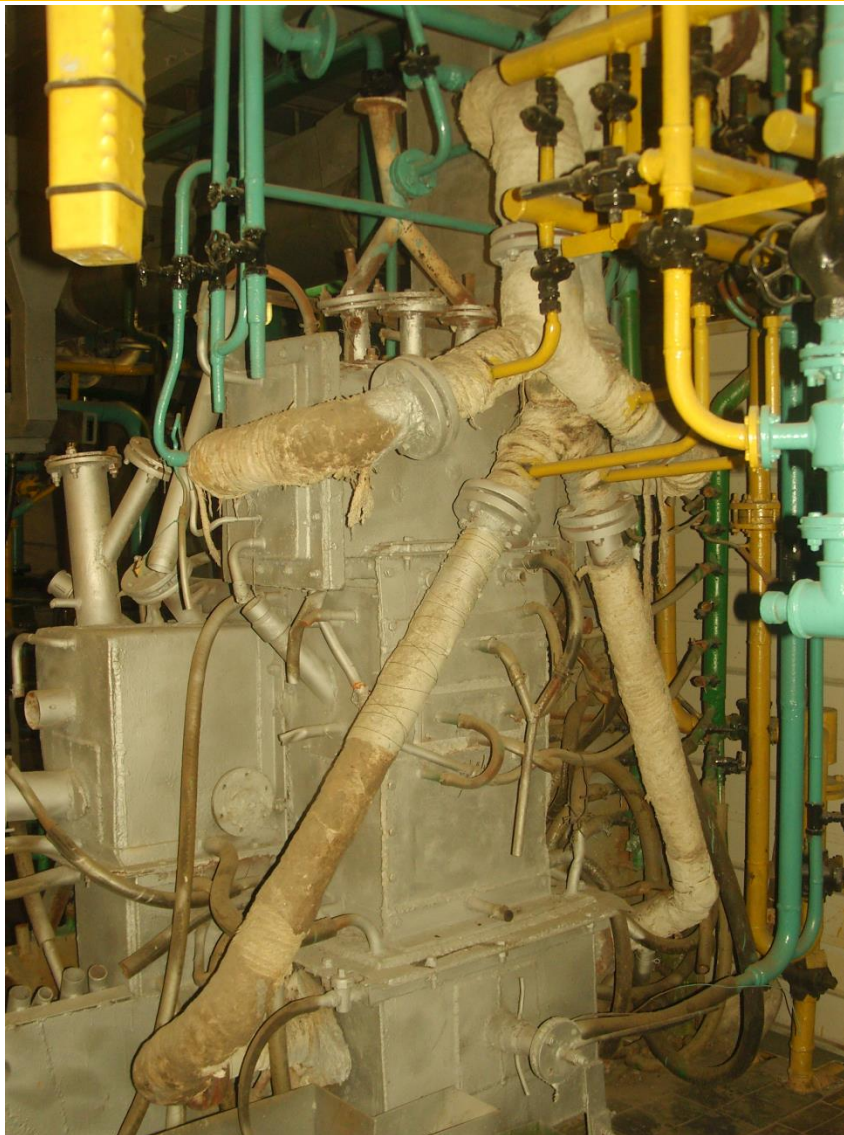
- циклонные энерготехнологические агрегаты
- прямоточно-вихревые плавильные камеры
- плавильная камера с погруженным в расплав факелом
- система производства стекломассы с форсированными процессами плавки и последующей студки расплава

Перспективные направления энергосбережения



**Циклонная
камера**

Перспективные направления энергосбережения



**Прямоточно-
вихревая
плавильная
камера**

Перспективные направления энергосбережения

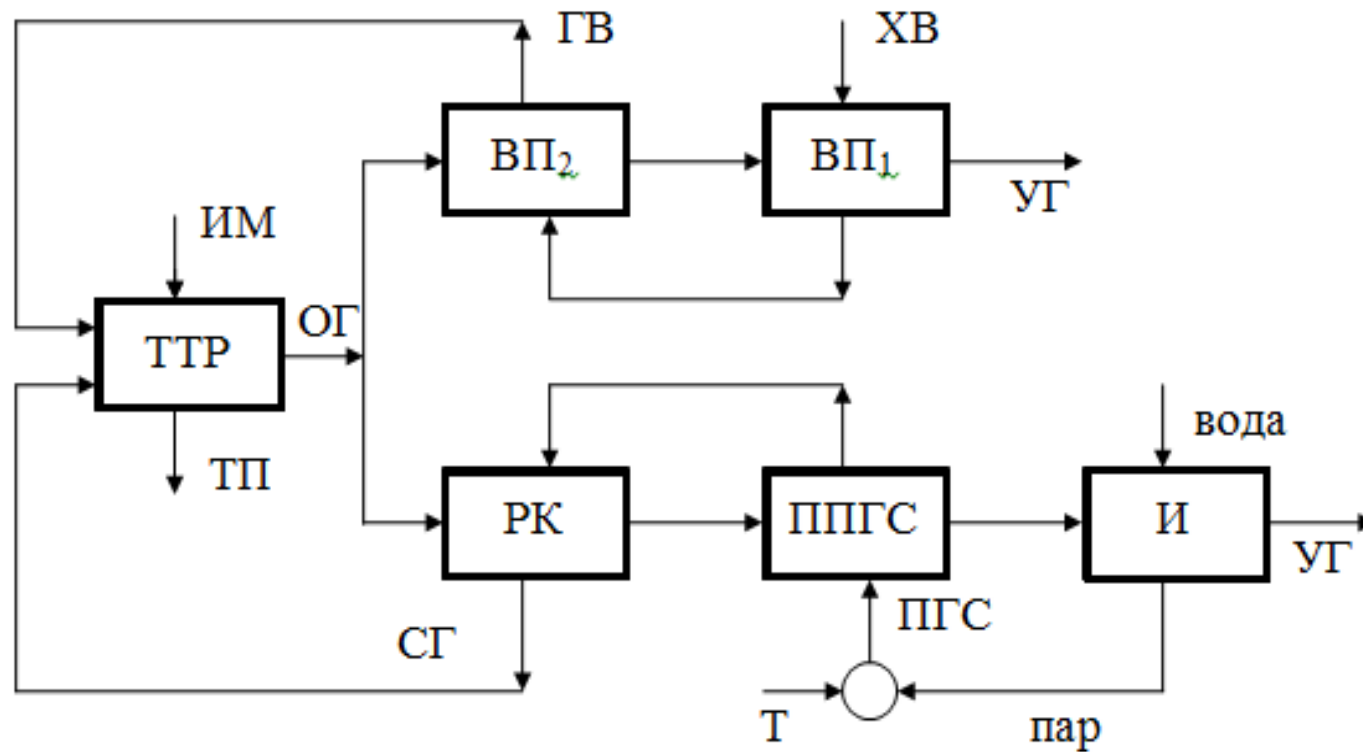


**Комбинирование теплотехнических принципов –
эффективное средство
повышения удельной производительности**

Третье направление – глубокая комплексная регенерация тепловых отходов высокотемпературных установок:

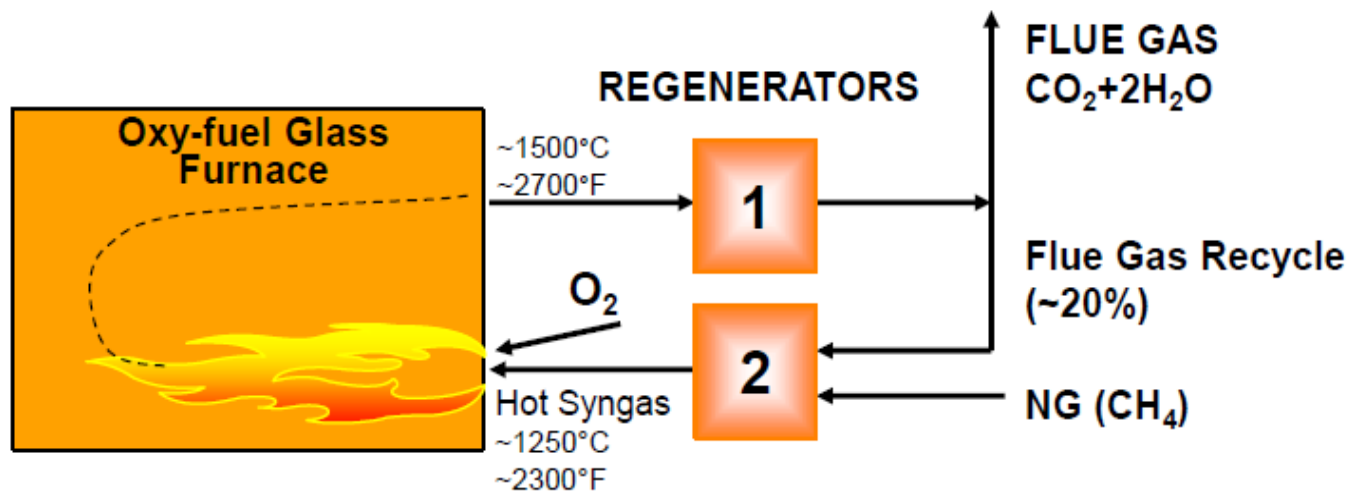
- система термохимической регенерации теплоты отходящих газов
- плавильная камера с перфорированным слоем обрабатываемого материала

Перспективные направления энергосбережения



Система термохимической регенерации теплоты отходящих газов (промышленная печь - 1978 год)

Перспективные направления энергосбережения



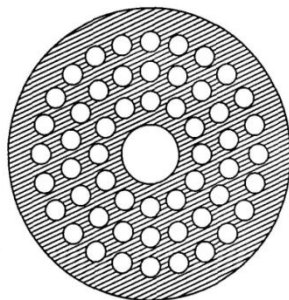
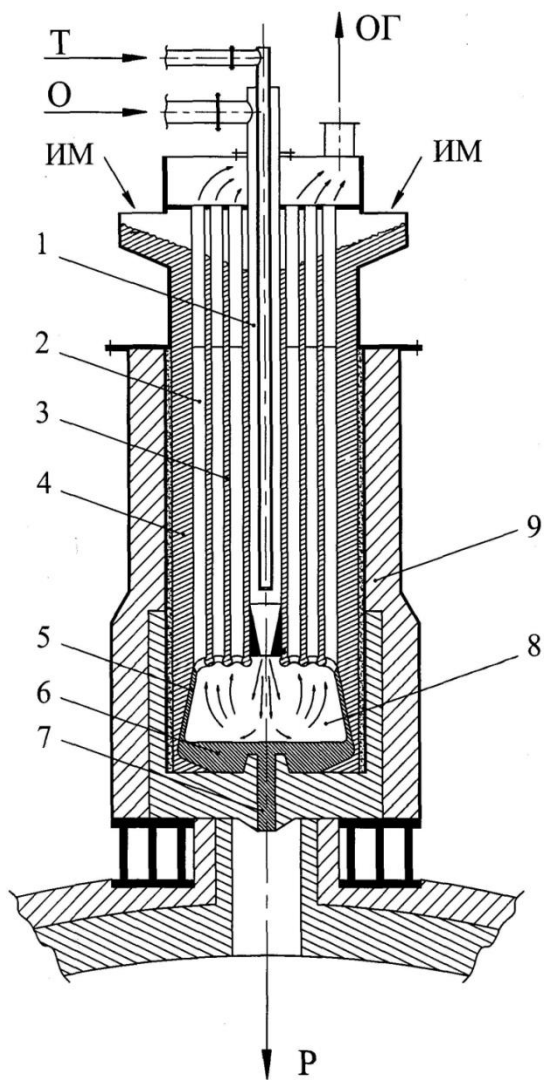
Endothermic reforming reactions



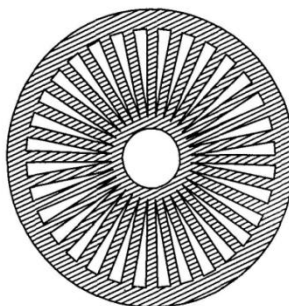
US Pat. 6,113,874

Система термохимической регенерации теплоты отходящих газов (промышленная печь - 2014 год)

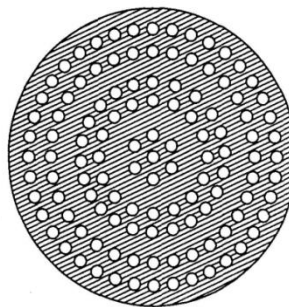
Перспективные направления энергосбережения



а)



б)



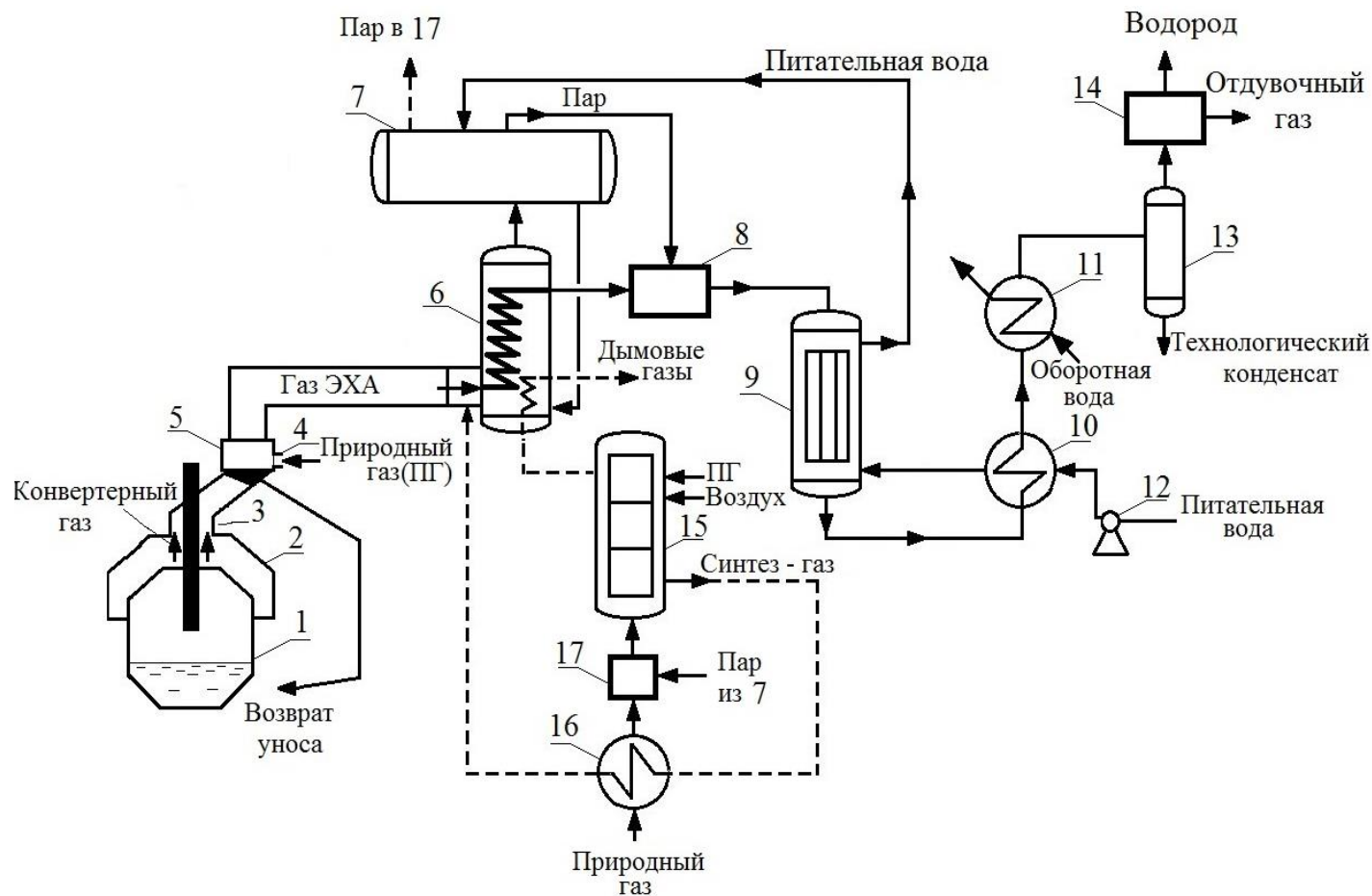
в)

**Плавильная
камера с
перфорированным
слоем
обрабатываемого
материала**

Четвертое направление – утилизация (внешнее дополнительное использование) тепловых и материальных отходов:

- энергохимическая аккумуляция высокотемпературных отходящих газов
- использование органического цикла Ренкина для утилизации тепловых отходов высокотемпературных установок
- экологически эффективная утилизация отходов (твердые коммунальные отходы, промышленные отходы, осадки сточных вод, изношенные автомобильные покрышки) с выработкой энергетической и технологической продукции

Перспективные направления энергосбережения



Энергохимическая аккумуляция высокотемпературных отходящих газов (патент РФ на изобретение №2637439)

Перспективные направления энергосбережения



**Установка
обезвреживания и
утилизации
мелкодисперсных
отходов**

Перспективные направления энергосбережения



**Установка
обезвреживания и
утилизации
мелкодисперсных
отходов**

Физический эксперимент



**База для физического эксперимента основана
в 1943 году**

Физический эксперимент

Экспериментальные исследования теплотехнологий:

- получение шлакоситаллов, плавленного цементного клинкера, офесфторенных фосфатов, стекла, богатых штейнов и черновой меди
- термохимическая регенерация тепловых отходов на основе конверсии природного газа
- огневое обезвреживание промышленных сточных вод и других отходов

Физический эксперимент



Камерная
печь

Физический эксперимент



Камерная
печь

Физический эксперимент



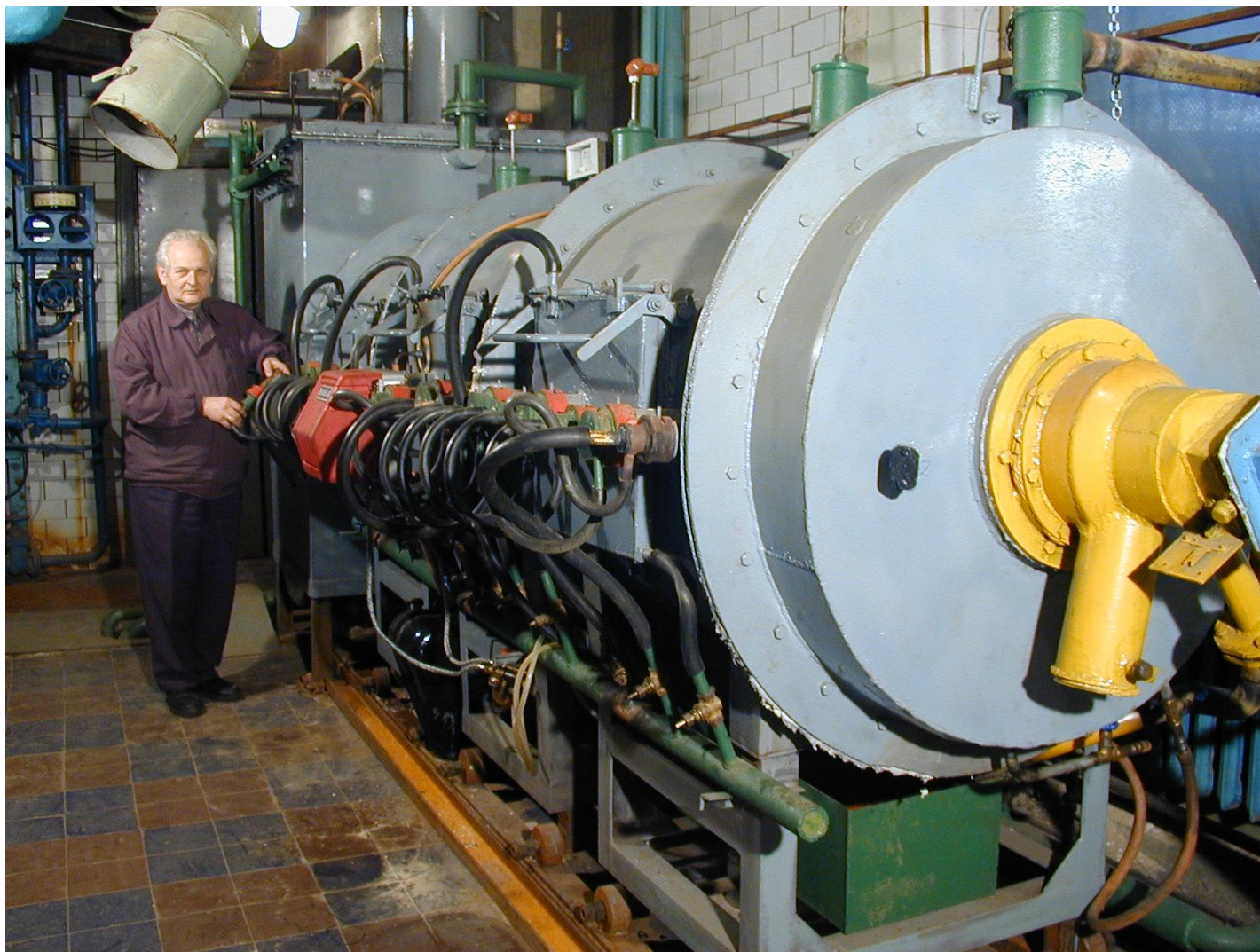
Камерная
печь

Физический эксперимент



Прямоточная
печь

Физический эксперимент



Стенд для
испытаний
горелок



Труды профессора Ключникова А.Д. отражены в ряде его монографий, учебников и учебных пособий

А. Д. Ключников

ЭНЕРГЕТИКА
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ
И ВОПРОСЫ
ЭНЕРГО-
СБЕРЕЖЕНИЯ

ЭКОНОМИЯ
ТОПЛИВА
И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ



Монография
1986 г.

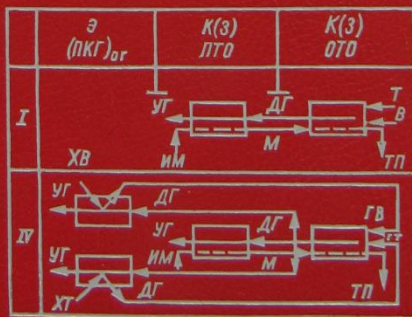
НИУ



МОИ

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И УСТАНОВКИ

Для студентов вузов



Учебник
1989 г.

А.Д.Ключников
В.Н.Кузьмин
С.К.Попов

ТЕПЛООБМЕН И ТЕПЛОВЫЕ РЕЖИМЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧАХ

Для студентов вузов



Пособие
1990 г.

УДК 620
ББК 31.19
К524

МОИ



А. Д. Ключников

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИНТЕНСИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Конспект лекций

Учебное пособие

УДК 620
ББК 31.19
К524

МОИ



А. Д. Ключников,
С. Н. Петин, В. Д. Ванюшкин

ДИАГНОЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРОГНОЗ РЕЗЕРВА ИНТЕНСИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Учебно-методическое
пособие

**Пособия
2016 г.**

НИУ



МОИ



Профессор Ключников А.Д. – научный консультант двух докторских и научный руководитель около 20 кандидатских диссертаций



**В 1984 г. Ключников А.Д. был удостоен звания "Заслуженный деятель науки и техники РСФСР". Награжден орденом "Трудового Красного Знамени" и орденом "Знак Почета".
Заслуженный профессор МЭИ**



Идеи профессора Ключникова А.Д. находят продолжение и развитие в научной деятельности его ближайших сотрудников и молодых ученых

Использованы фотоматериалы из архивов:

- **Ключниковой Надежды Васильевны**
- **Морозова Игоря Петровича**
- **Рыбакова Андрея Юрьевича**
- **Степановой Татьяны Александровны**
- **Черненко Николая Андреевича**



**Успешной работы
участникам школы-
семинара!**