

# Повышение экологической эффективности теплоисточников малой МОЩНОСТИ

15/12/2005



Институт систем энергетики им.Л.А.Мелентьева СО  
РАН

# Характеристики теплоисточников г. Иркутска

Теплоисточник	Суммарная мощность		Топливо
	МВт	%	
Ново-Иркутская ТЭЦ (НИТЭЦ)	1444	25	уголь
Котельные (всего)	2418	43	
в т.ч. крупные (>50 МВт)	1412		уголь, мазут
средние (5-50 МВт)	736		уголь, мазут
мелкие (<5 МВт)	280		уголь
Домовые печи	1228	22	дрова, уголь
Электрокотельные	578	10	
Всего	5668	100	



# Распределение суммарной мощности по типам теплоисточников (%).

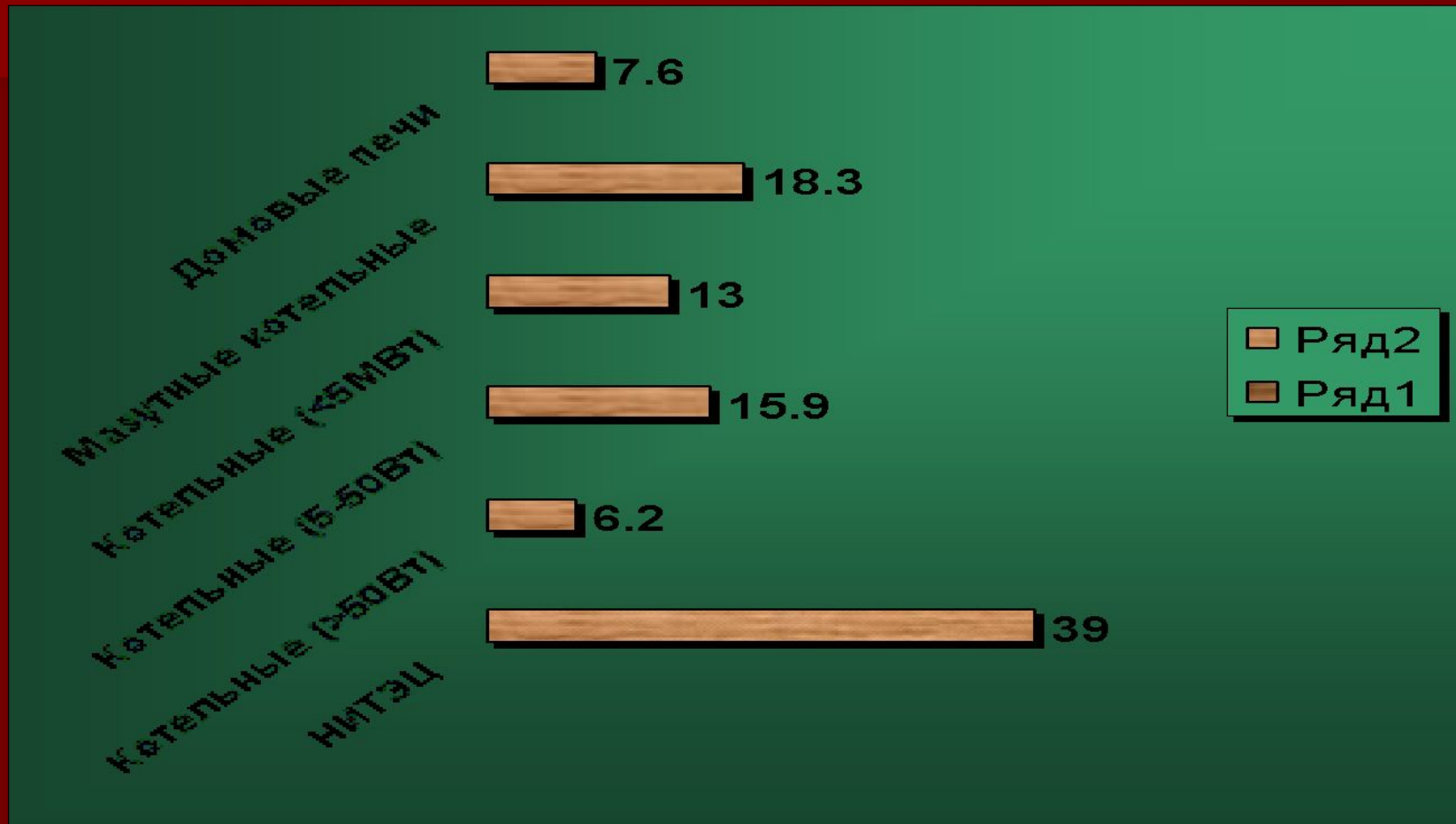


# Производство тепла и потребление топлива стационарными теплоисточниками.

Теплоисточники	Установ. мощность		Производство тепла		Потребление топлива	
	МВт	%	ПДж/г	%	ПДж/г	%
НИТЭЦ* (уголь, мазут)	1444.0	25.5	15.35	30.7	25.23	39.0
Угольные котельные	1349.5	23.8	14.35	28.7	22.75	35.1
<=1 МВт	188.5	3.3	1.87	3.7	3.73	5.8
1-5 МВт	257.2	4.5	2.59	5.2	4.71	7.3
5-10 МВт	183.6	3.2	1.98	4.0	3.30	5.1
10-50 МВт	415.0	7.3	4.56	9.1	7.01	10.8
>50 МВт	305.2	5.4	3.35	6.7	3.99	6.2
Мазутные котельные	669.3	11.8	7.14	14.3	10.17	15.7
<=1 МВт	42.2	0.7	0.43	0.9	0.77	1.2
1-5 МВт	159.3	2.8	1.66	3.3	2.77	4.3
5-10 МВт	95.8	1.7	1.03	2.1	1.59	2.5
10-50 МВт	197.6	3.5	2.13	4.3	2.85	4.4
>50 МВт	574.1	3.1	3.32	6.7	3.85	6.0
Домовые печи	1228.0	21.7	3.33	6.7	4.94	7.6
На угле	628.0	11.1	1.70	3.4	2.62	4.0
На дровах	600.0	10.6	1.63	3.3	2.32	3.6
Электрокотельные	578.0	10.2	8.32	16.7	0.00	0.0
<b>Всего</b>	<b>5668.5</b>	<b>100.0</b>	<b>49.93</b>	<b>100.0</b>	<b>64.76</b>	<b>100.0</b>



# Потребление топлива стационарными теплоисточниками



# Годовые выбросы вредных веществ объектами стационарной энергетики в атмосферу г. Иркутска

Теплоисточники	Годовые выбросы, тыс. т/год				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	БП*	пыль
1. НИТЭЦ (уголь)	10.34	12.62	0.20	0.000	6.81
2. Крупные котельные	18.79	10.24	11.01	0.025	14.79
- угольные	12.87	5.79	9.36	0.024	14.54
- мазутные	5.92	4.45	1.65	0.001	0.25
3. Мелкие котельные	10.08	2.73	27.76	1.358	4.49
- угольные	7.60	1.78	23.90	1.357	4.28
- мазутные	2.48	0.95	3.85	0.001	0.21
4. Домовые печи	3.40	1.16	17.45	1.220	1.92
- на угле	3.40	0.84	10.48	1.179	1.57
- на дровах	0.00	0.33	6.97	0.042	0.35
Всего	42.63	26.75	56.42	2.604	28.02

Примечания: \* БП - бенз(а)пирен, т/год.



## Способы снижения выбросов углекислого газа.

- Замена технологий (нетрадиционные возобновляемые источники или непрямое сжигание).
- Замена топлива.
- Повышение эффективности существующих технологий прямого сжигания топлива.



## Технологические причины низкой эффективности мелких и средних котельных.

- Некачественный режим ведения процесса горения.
- Конструктивные недостатки топочного устройства.
- Несоответствием качества поставляемого угля (его фракционного состава) слоевому способу сжигания.





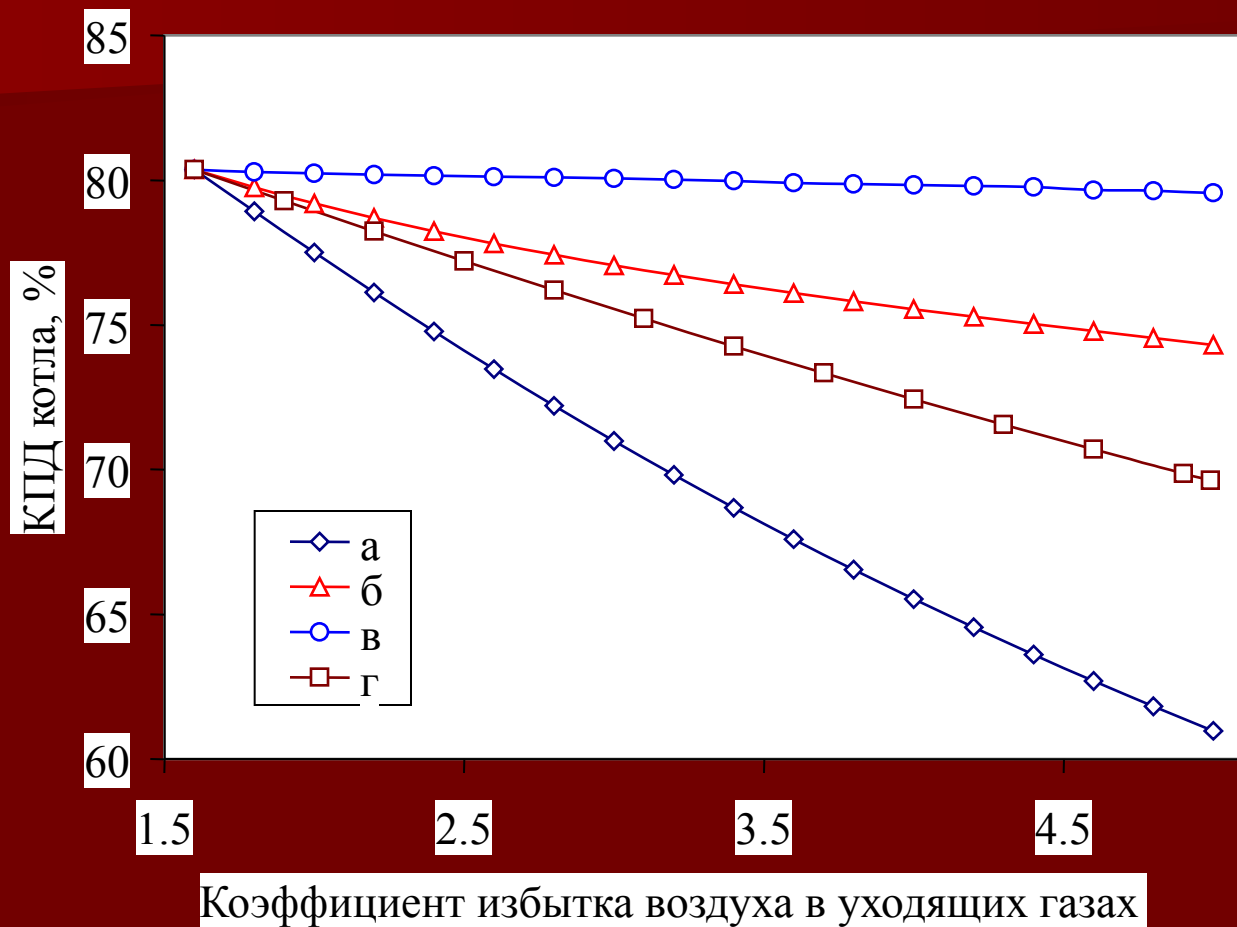
# Мероприятия по модернизации отопительных КОТЛОВ

## Беззатратные

- организация более частой загрузки (в малом цикле горения) небольшой порции угля и равномерное ее распределение по колосниковой решетке;
- поддержание в работе минимально необходимого количества котлов с нагрузкой близкой к номинальной;
- обеспечения баланса тяги и дутья (обеспечение нормативных значений разрежения газов в топках котлов).



# Зависимость КПД котла от избытка воздуха при различной структуре присосов по газовому тракту



Сверхнормативные присосы:

а – в топку

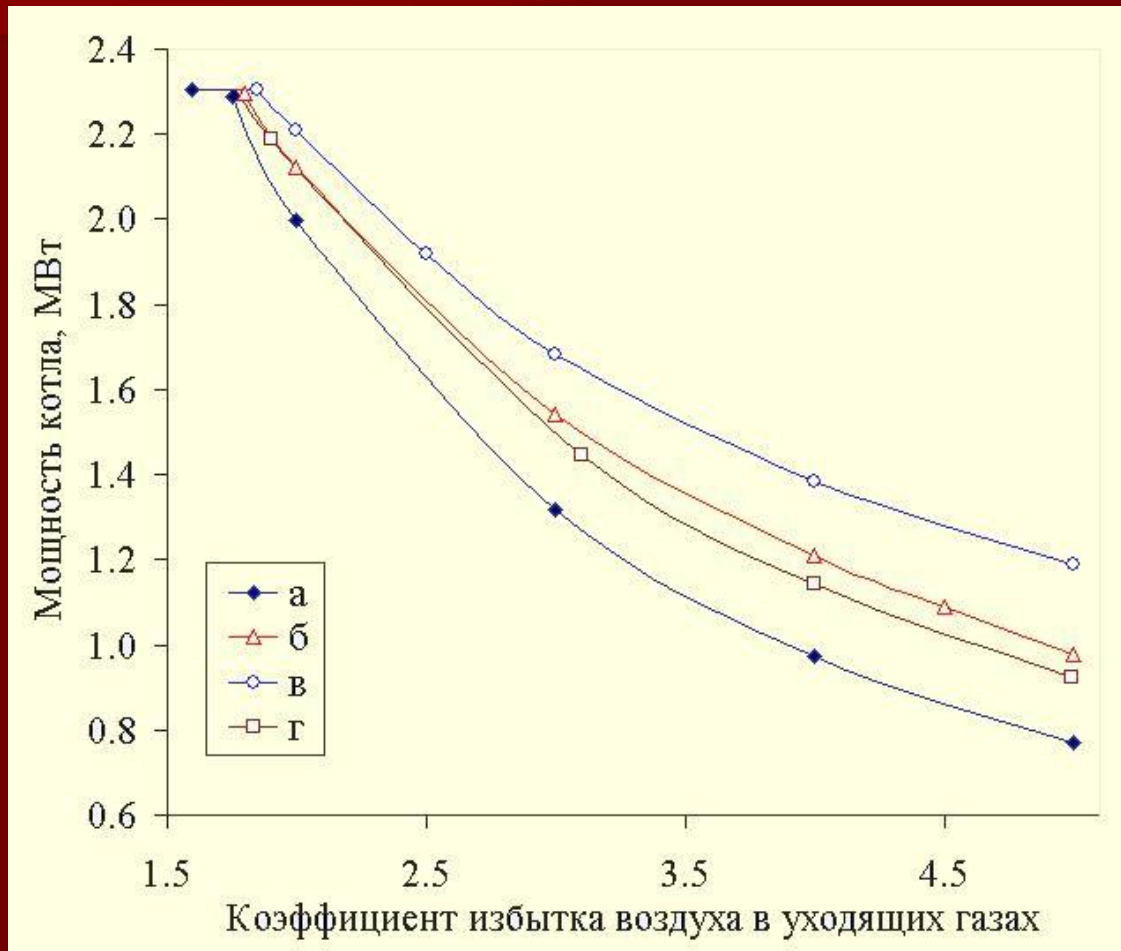
б – в опускной газоход

в – в подъемный газоход

г – везде поровну



## Влияние присосов воздуха на максимальную мощность котла при ограничении производительности дымососа



Сверхнормативные присосы:

а – в топку

б – в опускной газоход

в – в подъемный газоход

г – везде поровну



# РАСЧЕТ КПД КОТЛА

$$\text{КПД} = 1 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6$$

- q<sub>2</sub> - потери тепла с уходящими газами;**
- q<sub>3</sub> - потери тепла за счет химического недожога;**
- q<sub>4</sub> - потери тепла с механическим недожогом;**
- q<sub>5</sub> - потери тепла от наружного охлаждения котла;**
- q<sub>6</sub> - потери с физической теплотой шлака.**



# Базовые характеристики котлов в котельной Стройка г. Слюдянки; середина отопительного сезона (номинальная нагрузка)

Характеристика	Ед. изм.	Котел №1	Котел №2	Котел №3
Содержание кислорода в дымовых газах за котлом	%	17.6	15.4	17.5
Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах		6.4	3.8	6.1
Температура уходящих дым. газов	°С	147	203	181
Потери тепла:				
- с уходящими газами, q <sub>2</sub>	%	31.4	27.3	38.0
- с химическим недожегом, q <sub>3</sub>	%	1.9	1.2	1.4
- с механическим недожегом, q <sub>4</sub> *	%	7	7	7
- от внешнего охлаждения, q <sub>5</sub> *	%	3	3	3
КПД котла брутто	%	55.7	60.5	49.6

Примечание: \* - q<sub>4</sub> и q<sub>5</sub> принимались по нормам для данного типа котлов.



# Характеристики котлов (кот. Стройка) после их наладки с целью обеспечения баланса тяги и дутья

Характеристика	Ед. изм.	Котел №1	Котел №2	Котел №3
Содержание кислорода в дымовых газах	%	11.8	12.2	12.5
Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах		2.3	2.4	2.5
Температура уходящих газов	°С	223	227	220
Потери тепла:				
- с уходящими газами, q2	%	<b>18.8</b>	<b>19.7</b>	<b>19.9</b>
- с химическим недожогом, q3	%	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>
- с механическим недожогом, q4*	%	7	7	7
- все прочие (q5+q6)*	%	3	3	3
КПД котла	%	<b>69.5</b>	<b>68.5</b>	<b>68.3</b>

Примечание: \* Потери q4, q5 и q6 принимаются по нормам для данного типа котлов



Институт систем энергетики им.Л.А.Мелентьева СО  
РАН

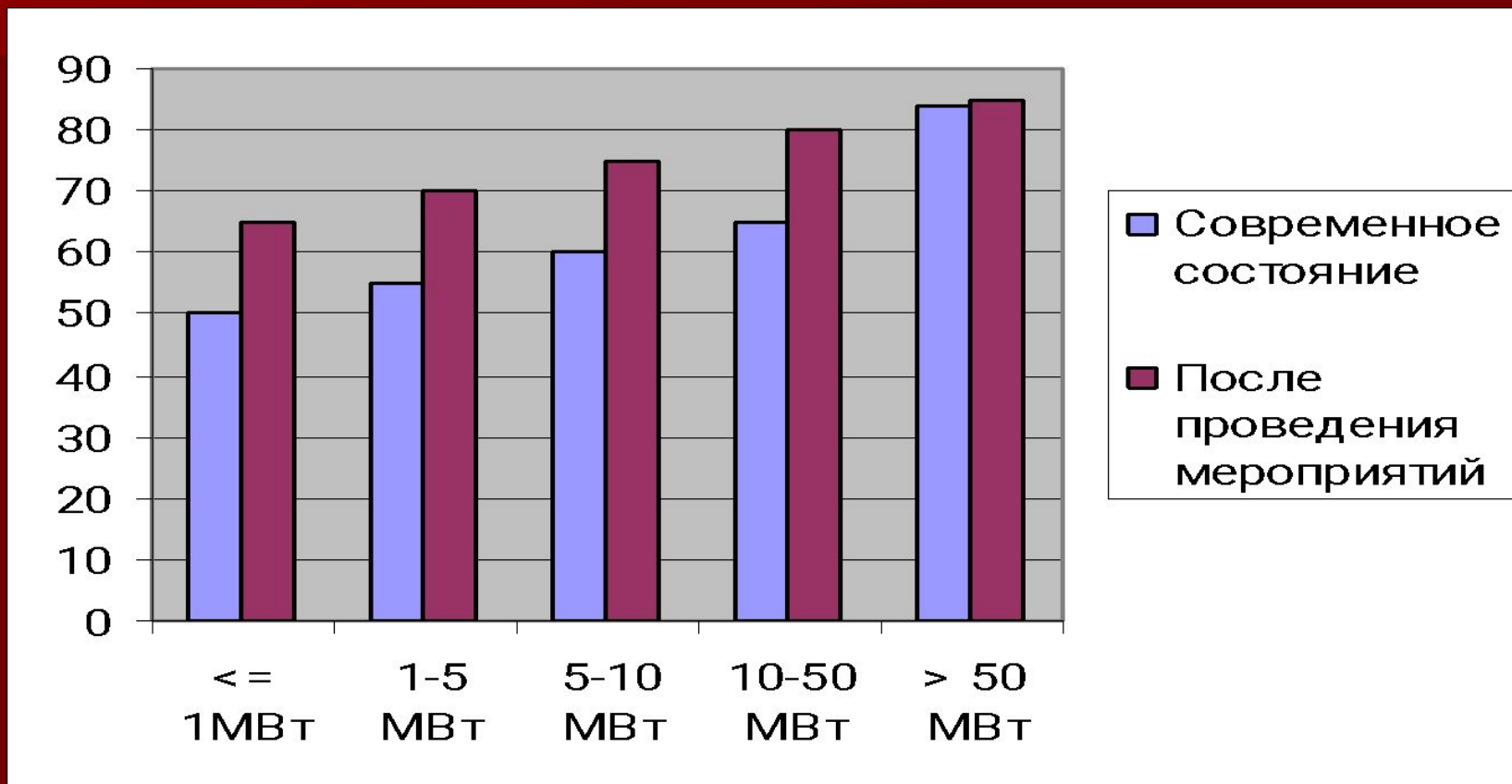
# Мероприятия по модернизации отопительных КОТЛОВ

## Малозатратные

- ремонт обмуровки с целью повышения герметичности котлов;
- закрытие огнеупорным материалом задней части колосниковой решетки (примерно 30-50 %);
- ремонт или установку запорной и регулирующей арматуры в газоздушных трактах котлов;
- сортировка топлива (использование кусков угля определенного размера - от 13 до 50 мм)



# КПД угольных котельных до и после проведения мероприятий



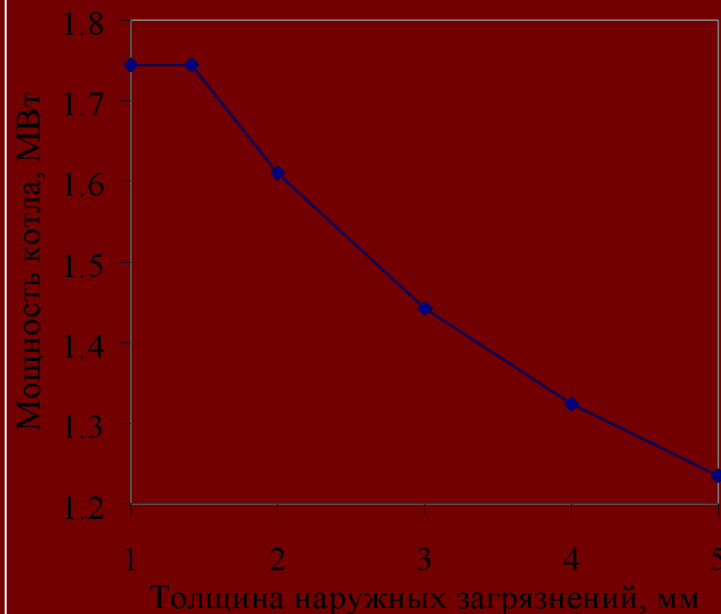
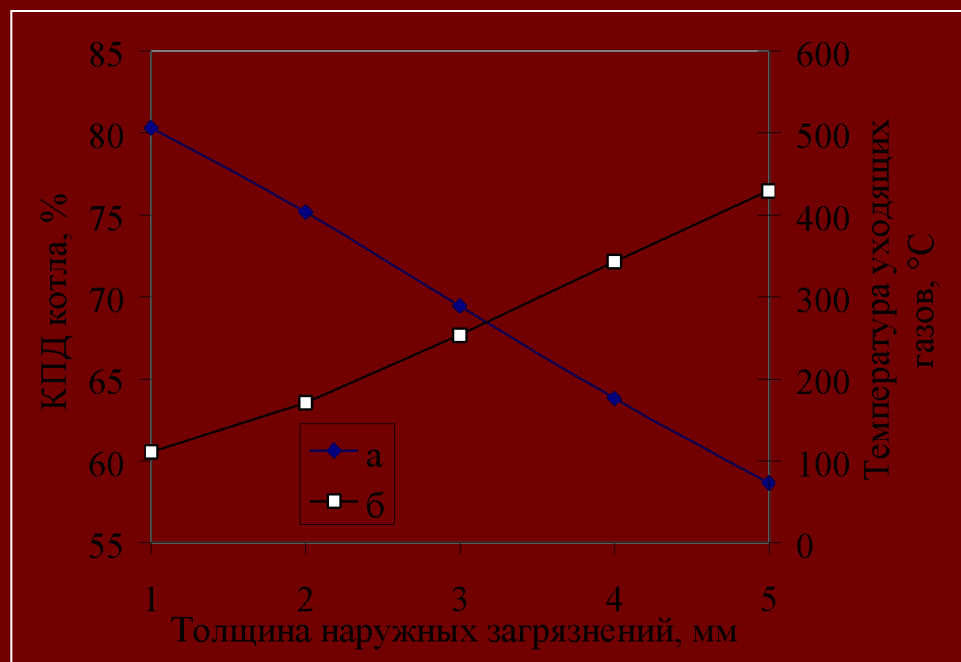


# Экономический эффект от модернизации мелких и средних угольных котельных

Мероприятия	Экономия топлива, тыс. тунт/год	Необходимые затраты, млн.руб.	Срок окупаемости, мес.
1. Беззатратные и малозатратные			
- мелкие котельные (< 5 МВт)	41	2.4	3
- средние котельные (5-50 МВт)	34	4.5	5
Всего	75	6.9	4
2. Высокозатратные			
- мелкие котельные (< 5 МВт)	59	19	12
- средние котельные (5-50 МВт)	48	36	27
Всего	107	55	19



# Зависимость КПД и максимальной мощности котла от толщины слоя наружных загрязнений поверхностей нагрева



а – КПД котла;

б – Температура уходящих газов



# Принципы разработки высокоэффективных теплоисточников небольшой мощности

- Механизация технологических процессов.
- Создание горячей зоны горения слоя топлива.
- Устройство горячей топочной камеры.
- Турбулизация продуктов сгорания в топочном объеме.
- Обеспечение высокой скорости дымовых газов.
- Устройство многоходового конвективного газохода.
- Обеспечение высокой газовой плотности котла.
- Минимизация шага труб в топочных экранах.
- Облегчение доступа к конвективным поверхностям.
- Применение модульного принципа конструкции котла.



# Разработанные механизированные котлы

Котлы с цепной решеткой прямого хода  
тепловой мощностью, МВт (Гкал/ч)

- 1,73 (1,5)
- 2,33 (2)
- 3,49 (3)

Котлы с топкой с шурующей планкой  
тепловой мощностью, МВт (Гкал/ч)

- 0,58 (0,5)
- 1,16 (1)





Котел 2,33 МВт  
(п. Пивовариха, п. Хомутово)



Котел 1,16 МВт  
(п. Алехино, г. Иркутск)



Котел 0,57 МВт  
(г. Иркутск)

М.Л.А.Мелентьева СО

