

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 (%).

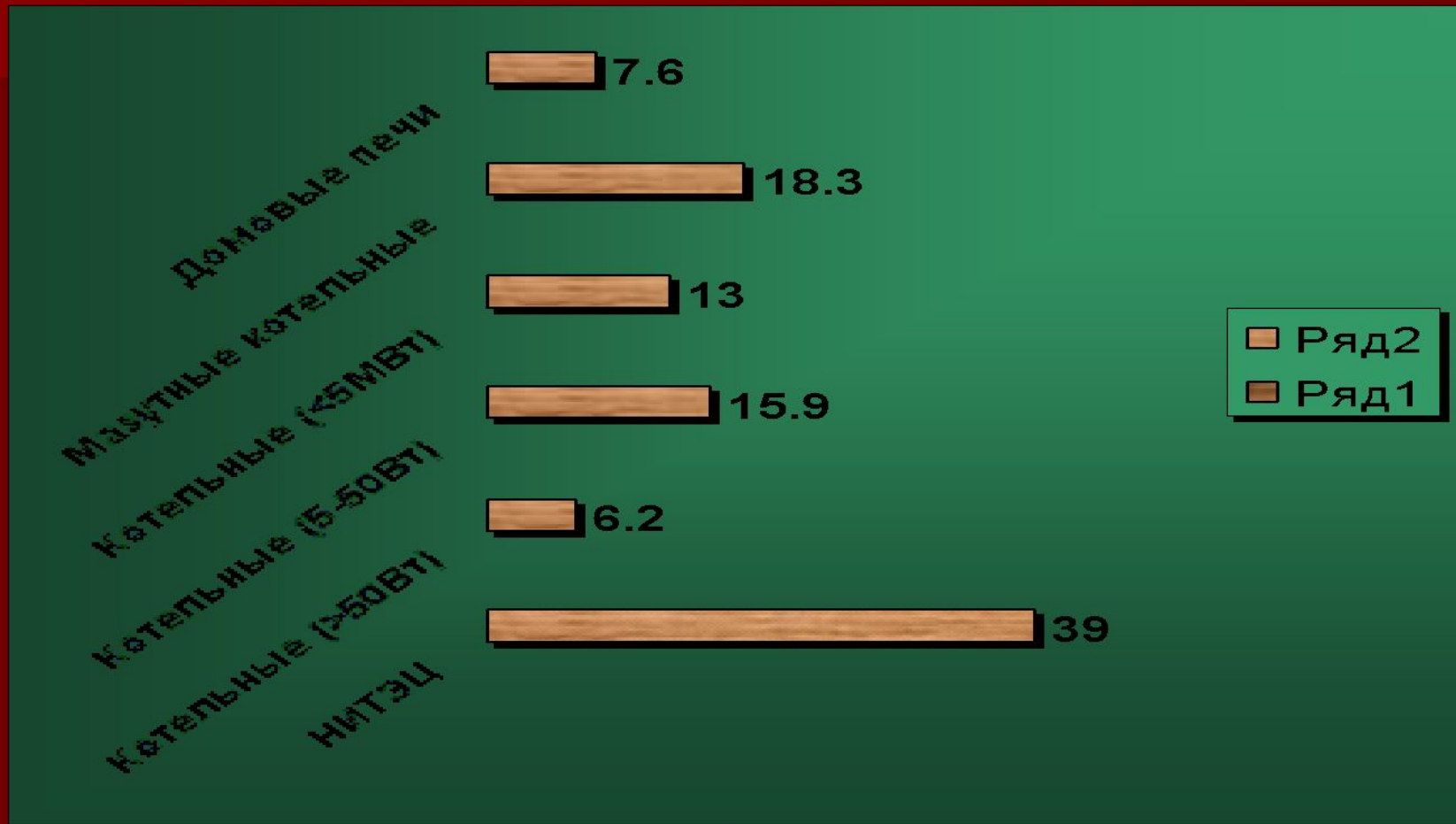


Производство тепла и потребление топлива стационарными теплоисточниками.

| 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 |
| Всего | 5668.5 | 100.0 | 49.93 | 100.0 | 64.76 | 100.0 |



Потребление топлива стационарными теплоисточниками



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

| Теплоисточники | Годовые выбросы, тыс. т/год | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| | SO ₂ | NO ₂ | 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.



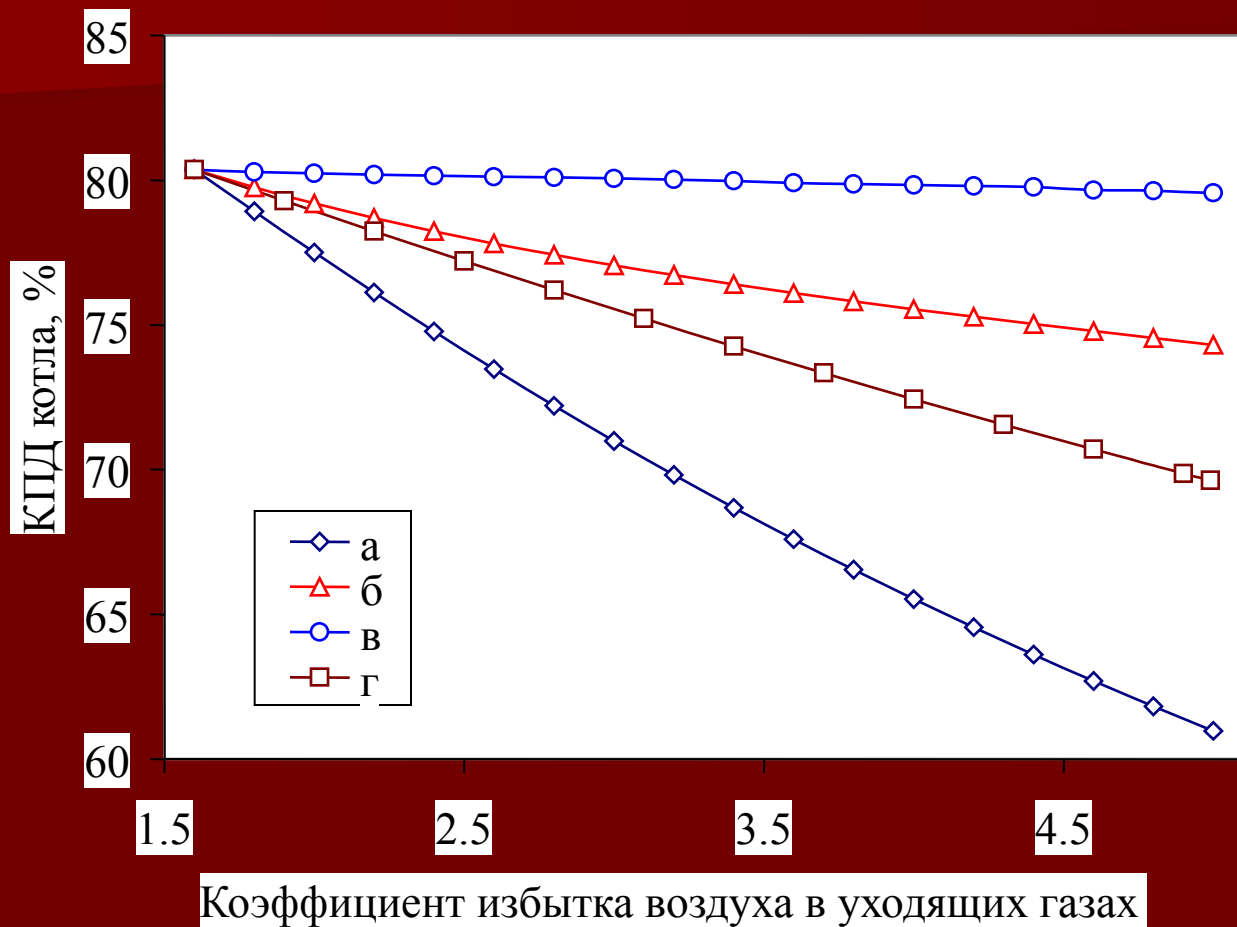
Мероприятия по модернизации отопительных КОТЛОВ

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

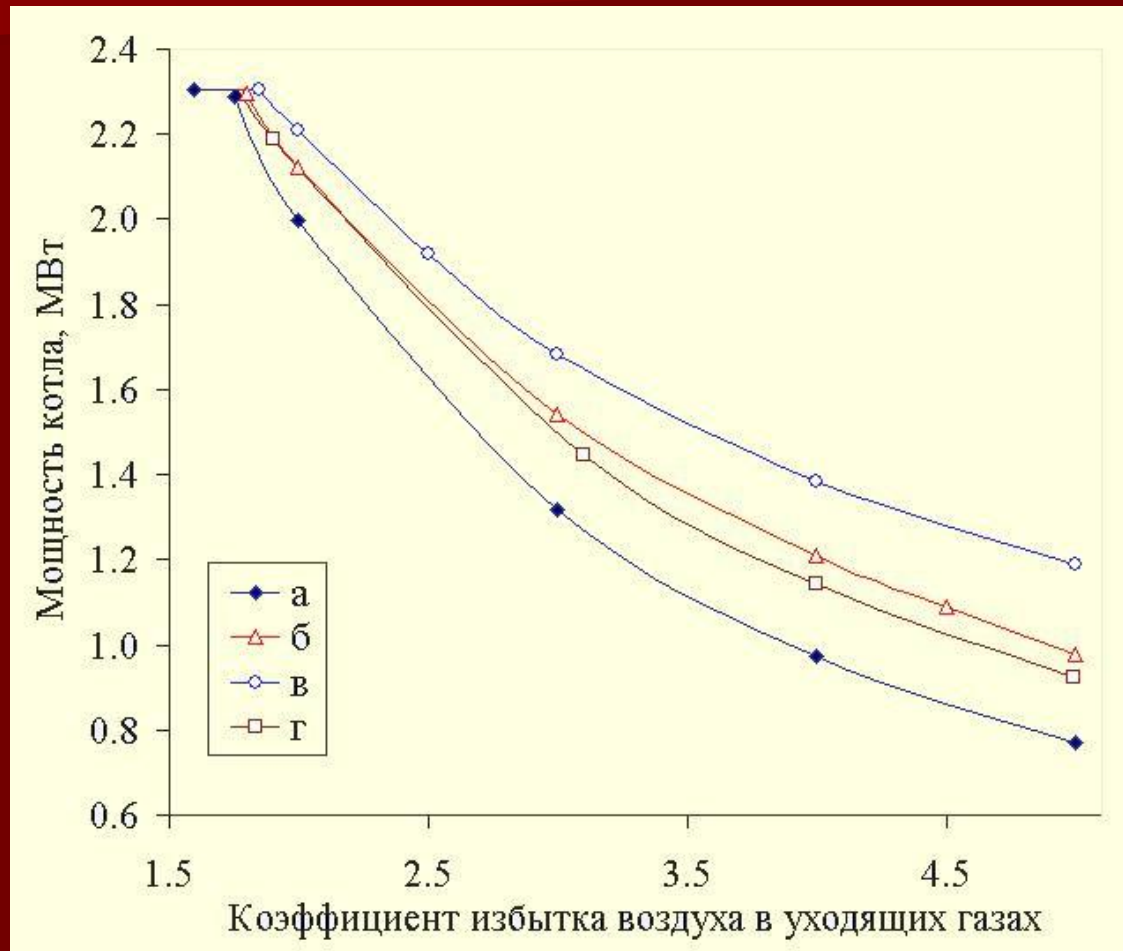
б – в опускной газоход

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

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

- q₂ - потери тепла с уходящими газами;**
- q₃ - потери тепла за счет химического недожога;**
- q₄ - потери тепла с механическим недожогом;**
- q₅ - потери тепла от наружного охлаждения котла;**
- q₆ - 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 ₂ | % | 31.4 | 27.3 | 38.0 |
| - с химическим недожегом, q ₃ | % | 1.9 | 1.2 | 1.4 |
| - с механическим недожегом, q ₄ * | % | 7 | 7 | 7 |
| - от внешнего охлаждения, q ₅ * | % | 3 | 3 | 3 |
| КПД котла брутто | % | 55.7 | 60.5 | 49.6 |

Примечание: * - q₄ и q₅ 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 | % | 18.8 | 19.7 | 19.9 |
| - с химическим недожогом, q3 | % | 0.7 | 0.8 | 0.8 |
| - с механическим недожогом, q4* | % | 7 | 7 | 7 |
| - все прочие (q5+q6)* | % | 3 | 3 | 3 |
| КПД котла | % | 69.5 | 68.5 | 68.3 |

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



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

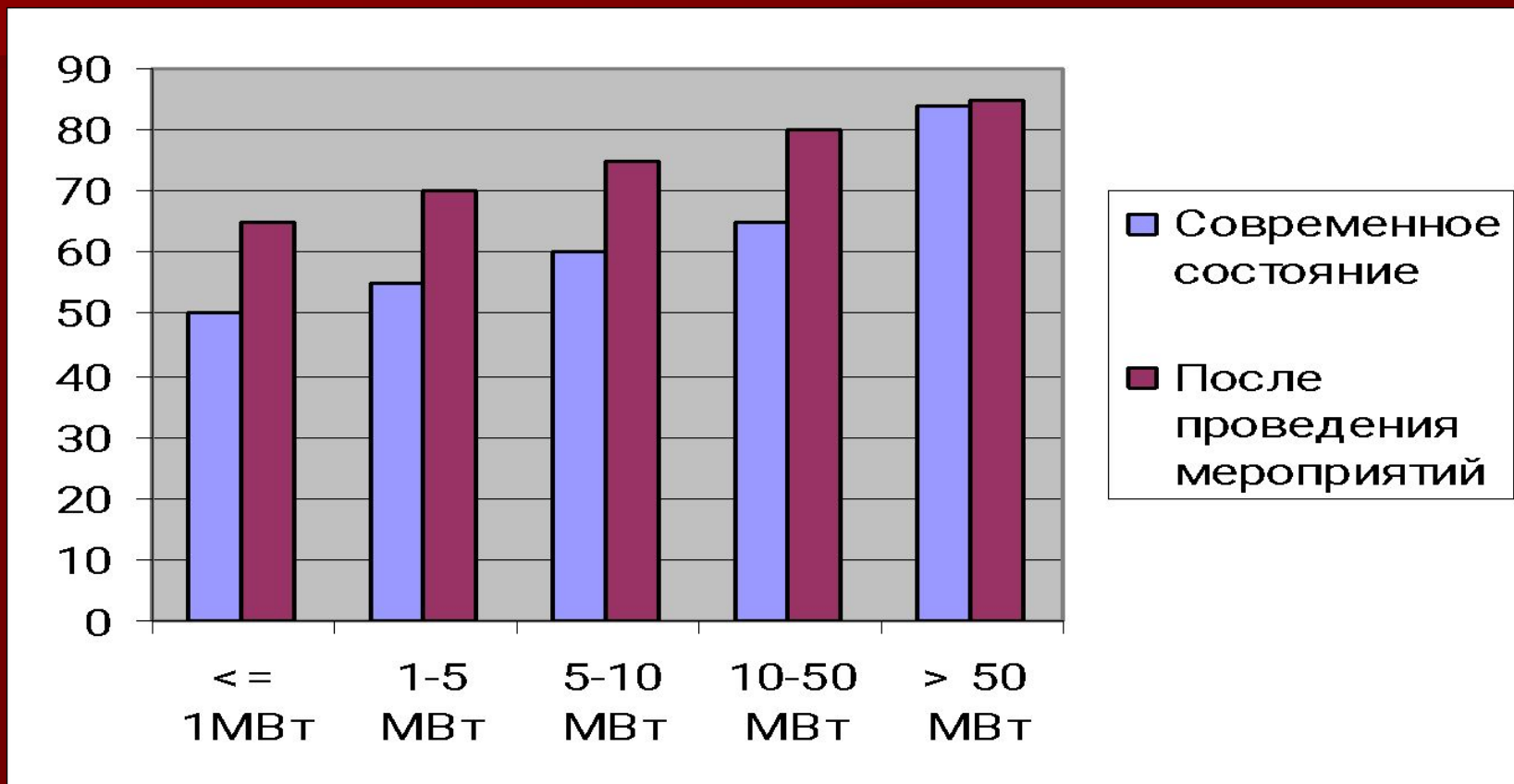
Мероприятия по модернизации отопительных КОТЛОВ

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

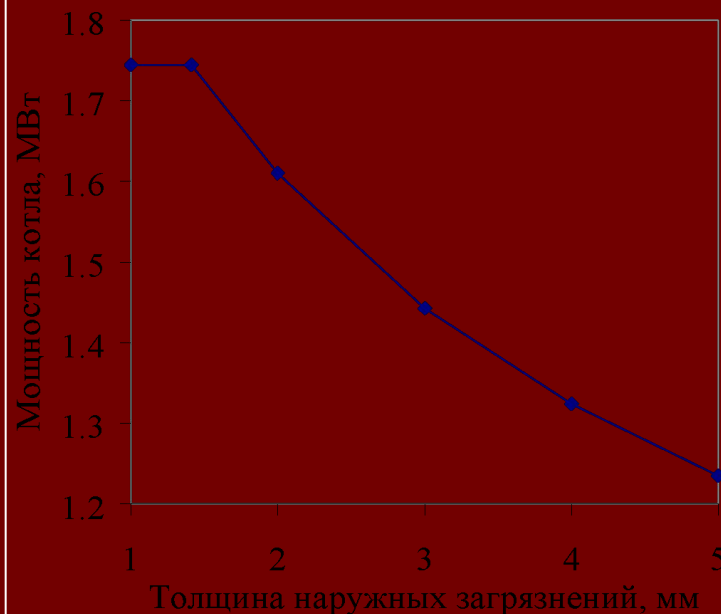
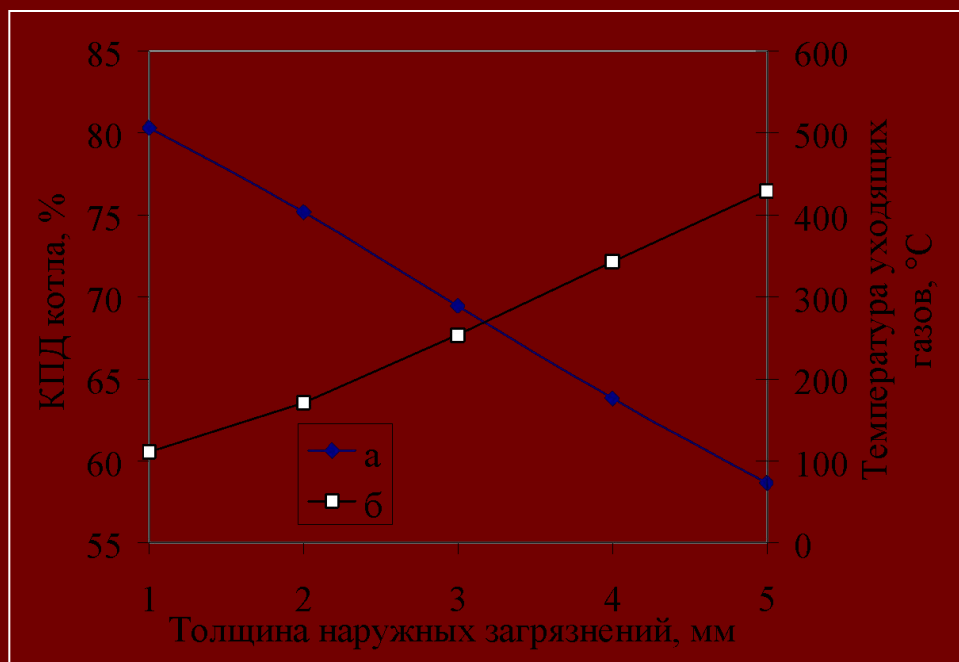


Экономический эффект от модернизации мелких и средних угольных котельных

| 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

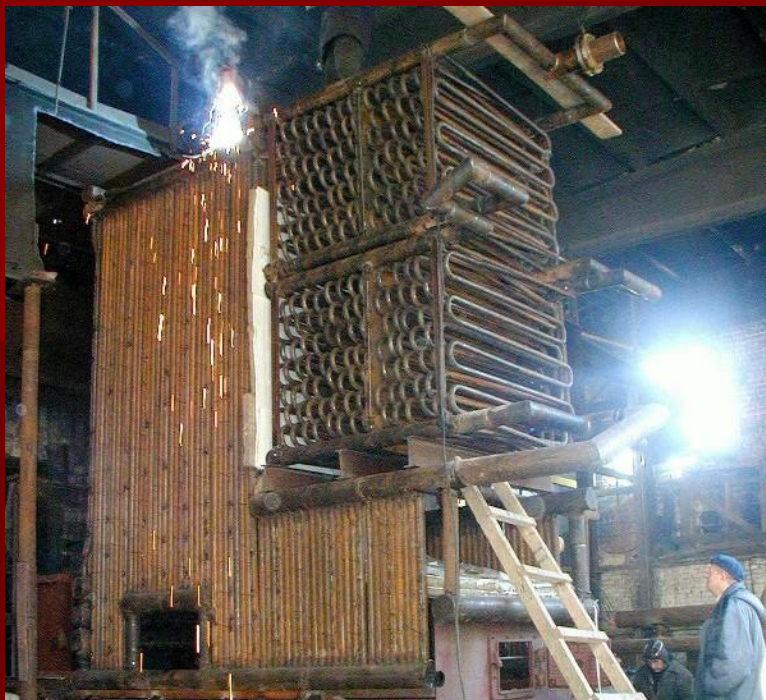
Котлы с цепной решеткой прямого хода
тепловой мощностью, МВт (Гкал/ч)

- 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

