

## НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ГРАДИЕНТ-С»

---

Россия, 410054, Саратов, Политехническая, 77, НПФ «Градиент-С», оф.161а  
Тел/факс: (845-2) 51-86-45

---

28.02.2007 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

#### о результатах замены набивки холодного и горячего слоя двух РВП-54 котла ТГМ-84А ст.№5 Балаковской ТЭЦ-4

Осенью 2006 года на котле ТГМ-84А ст.№5 Балаковской ТЭЦ-4 (филиал ОАО «Волжская ТГК») в период капитального ремонта была произведена замена набивки холодного и горячего слоя двух РВП-54, отработавшей свой ресурс, на новую поверхность нагрева усовершенствованного профиля. Разработчик, изготовитель и поставщик новой набивки ООО «СМК «Альтернатива» (г. Северодвинск).

В декабре 2006 года проведены теплотехнические испытания регенеративного воздухоподогревателя с набивкой усовершенствованного профиля при сжигании природного газа. Испытания проводились Научно-производственной фирмой «Градиент-С» Саратовского государственного технического университета с участием представителей ООО «СМК «Альтернатива» и Балаковской ТЭЦ-4. Целью испытаний являлось получение опытных данных по теплообмену и аэродинамическим сопротивлениям усовершенствованной набивки в реальных условиях эксплуатации, а также определение технико-экономической эффективности выполненной модернизации.

Конструктивные характеристики исследуемых набивок: двухсторонняя поверхность нагрева набивки (на один РВП) равна: холодная часть – 3142 м<sup>2</sup>, горячая часть – 7917 м<sup>2</sup>. Толщина листов набивки: холодная часть – 1,2 мм, горячая часть – 0,7 мм. Общая высота набивки: холодная часть – 600 мм, горячая часть – 1200 мм. Эквивалентный диаметр набивки: холодная часть – 11,98 мм, горячая часть – 10,16 мм.

В соответствии с утвержденной программой теплотехнических испытаний были проведены опыты при сжигании в котле природного газа в диапазоне эксплуатационных нагрузок котла от 210 т/ч до 410 т/ч.

В исследованном диапазоне нагрузок зафиксированы следующие показатели работы РВП и котла в целом (после проведенной модернизации):

- 1) Температура холодного воздуха поступающего в РВП – 9 °С;
- 2) Температура горячего воздуха на выходе из РВП – от 226 °С до 236 °С;
- 3) Температура дымовых газов на входе в РВП – от 257 °С до 291 °С;
- 4) Температура дымовых газов на выходе из РВП – от 79 °С до 89 °С;
- 5) Коэффициент избытка воздуха на выходе РВП – от 1,58 до 1,32;
- 6) Присосы воздуха в РВП – от 0,25 до 0,21;
- 7) КПД котла «брутто» - от 93,9% до 94,7%;
- 8) Расчетный расход топлива (при  $Q_{н,р} = 8000$  ккал/нм<sup>3</sup>) – от 17400 до 33100 нм<sup>3</sup>/ч.
- 9) Сопротивление РВП по воздуху, кг/м<sup>2</sup> – от 47 до 136;
- 10) Сопротивление РВП по газам, кг/м<sup>2</sup> – от 75 до 167.

Полные результаты теплотехнических испытаний представлены в отчете о НИР. Расчеты теплотехнических показателей котла и РВП выполнялись по рекомендациям /1,2/.

Обработка опытных данных показала, что численные значения коэффициентов избытка воздуха в уходящих газах и присосов воздуха в РВП близки к нормативным значениям /1/. При изменении присосов воздуха в РВП с 0,21 до 0,25 коэффициент использования поверхности нагрева РВП находится в диапазоне значений 0,9-0,8 и хорошо согласуется с рекомендациями норм теплового расчета котельных агрегатов /1/.

Следует отметить, что при среднегодовой нагрузке котла 345 т/ч температура уходящих газов за котлом после установки в РВП набивки усовершенствованного профиля составляет 78 °С и она на 57 °С меньше относительно данных по эксплуатации котла до проведенной модернизации ( $T_{ух}=135$  °С – данные Балаковской ТЭЦ-4 для рассматриваемых условий, см. Таблицу).

*Таким образом, результаты испытаний РВП подтвердили высокую тепловую эффективность интенсифицированной набивки усовершенствованного профиля производства ООО «СМК» Альтернатива» и ранее рекомендованную методику для определения коэффициентов теплоотдачи исследованных набивок /2/.*

По полученным результатам теплотехнических испытаний в соответствии с рекомендациями /3/ была проведена оценка технико-экономической эффективности выполненной модернизации по установке на РВП-54 набивки усовершенствованного профиля. За критерий эффективности приняты интегральный эффект (чистый дисконтированный доход) и срок окупаемости затрат на замену набивки РВП.

При оценке технико-экономической эффективности выполненной модернизации в качестве сравниваемого варианта рассмотрен случай замены существующей набивки РВП-54 котла ТГМ-84А на новую поверхность нагрева набивки с геометрическими характеристиками профиля холодного и горячего слоя по заводскому проекту (ТКЗ). Вариант такой замены принимался как **вариант ШТАТНОЙ замены**. Двухсторонняя поверхность нагрева набивки (на один РВП) равна: холодная часть – 3504 м<sup>2</sup>, горячая часть – 7848 м<sup>2</sup>. Толщина листов набивки: холодная часть – 1,2 мм, горячая часть – 0,63 мм. Общая высота набивки: холодная часть – 600 мм, горячая часть – 1200 мм. Эквивалентный диаметр набивки: холодная часть – 10,24 мм, горячая часть – 10,0 мм.

Набивку по данному варианту изготавливают и поставляют такие предприятия, как ТКЗ (г. Таганрог), БЭМЗ (г. Белозерск, Белоруссия) и др.

Технико-экономические расчеты выполнены для среднегодовой нагрузки котла  $D_{пе}=345$  т/ч (параметры пара  $P_{пе}=130$  кгс/см<sup>2</sup>,  $t_{пе}=550$  °С) при среднегодовой наработке котла равной 3500 ч/год. Топливо, сжигаемое в котле – природный газ. Стоимость природного газа за 2006 год: 1414,32 рублей за 1000 нм<sup>3</sup> (данные Балаковской ТЭЦ-4).

Стоимость изготовления и поставки 2-х комплектов набивки РВП-54 для сравниваемых вариантов принята по данным торгов ТГК-7 от 31.10.2006 г (для Самарской ТЭЦ). Стоимость монтажных работ по замене набивки двух РВП-54 принята по данным Балаковский ТЭЦ-4 (осень 2006 г.).

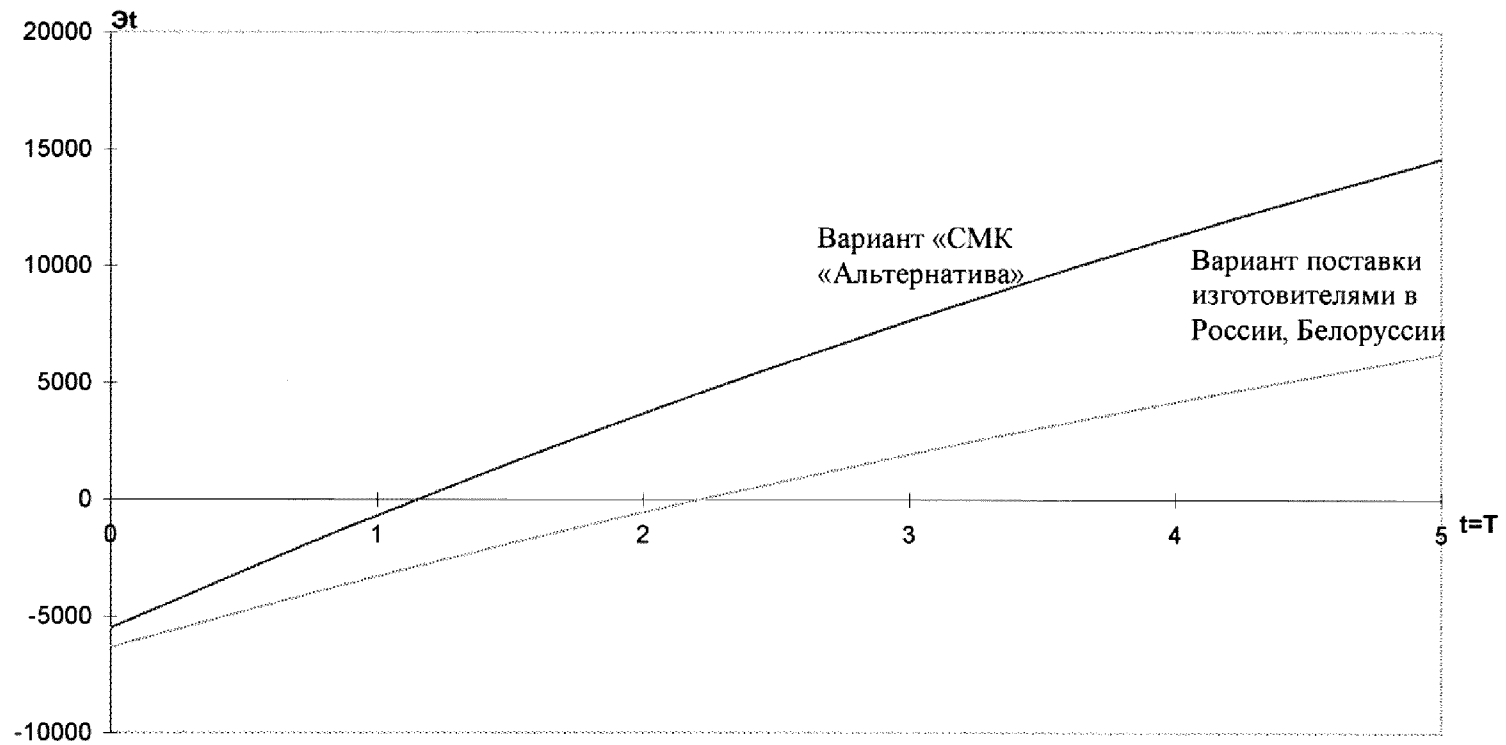
Результаты выполненного технико-экономического сравнительного анализа представлены в **таблице**.

Из таблицы видно, что расход природного газа в варианте с набивкой усовершенствованного профиля на 400 нм<sup>3</sup>/ч меньше, чем в варианте штатной замены и на 1070 нм<sup>3</sup>/ч меньше, чем в базовом варианте.

Срок окупаемости капиталовложений в варианте с набивкой от «СМК «Альтернатива» составляет ~ 1,14 года, а в варианте штатной замены от «Проминдустрия» (изготовитель – БЭМЗ) ~ 2,22 года.

*Таким образом, результаты технико-экономического сравнительного анализа вариантов замены набивки РВП-54 котла ТГМ-84А ст.№5 Балаковской ТЭЦ-4 указывают на значительное преимущество набивки ООО «СМК «Альтернатива» по сравнению с набивкой «БЭМЗ» (по заводскому проекту).*

График определения срока окупаемости рассматриваемых вариантов замены набивки РВП-54



Наименование параметров	Сравниваемые варианты		
	<b>БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ</b> - Существующее состояние (до капитального ремонта)	<b>ШТАТНЫЙ ВАРИАНТ</b> – замена на набивку по проекту ТКЗ <i>Изготовитель:</i> «БЭМЗ» <i>Поставщик:</i> «Проминдустрия»	<b>НОВЫЙ ВАРИАНТ</b> – замена на набивку усовершенствованного профиля <i>Изготовитель:</i> СМК «Альтернатива» <i>Поставщик:</i> СМК «Альтернатива»
Температура газов на входе в РВП, °С	293	279	279
Температура холодного воздуха, °С	10	7	7
Температура горячего воздуха, °С	170	215	228
Температура уходящих газов, °С	135	100	78
Снижение температуры уходящих газов относительно базового варианта, °С	0	35	57
КПД котла, %	91,3	93,45	94,8
Расчетный расход природного газа, нм <sup>3</sup> /ч	28910	28240	27840
Годовая экономия топлива, тыс.нм <sup>3</sup> /год	0	2345	3745
Результаты в денежном выражении за счет экономии топлива после замены набивки (относительно базового варианта за 1 год), тыс.руб	0	3316,6	5296,6
Капитальные затраты на изготовление и поставку набивки, тыс.руб в т.ч. НДС.	-	5990,64	5184,768
Капитальные затраты, связанные с демонтажем и монтажом набивки, тыс.руб в т.ч. НДС	-	322,047	322,047
Суммарные капитальные затраты, тыс.руб	-	6312,687	5506,815
Интегральный эффект (чистый дисконтированный доход) от замены набивки РВП-54 за 5 лет, тыс.руб	-	6259,7	14571,4
Срок окупаемости суммарных капиталовложений, год	-	2,22	1,14

**Принимая во внимание высокие теплотехнические и технико-экономические показатели набивки усовершенствованного профиля производства ООО «СМК «Альтернатива», считаем целесообразным рекомендовать ее для дальнейшего широкого применения при проведении модернизации РВП котельных агрегатов, работающих на природном газе.**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). Под ред. Кузнецова Н.В.//М.: Энергия, 1973, 296 с.
2. Анализ и обобщение экспериментальных материалов и разработка методик теплового и аэродинамического расчетов новых набивок РВП конструкции ЗИО для котла П-78 ТЭС «ИМИНЬ»// Отчет о НИР. Рук. работ: В.С. Назаренко, В.Д. Комягин. НПО ЦКТИ, Санкт-Петербург, 1993, 47с.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: (Вторая редакция)/ Рук. Авт. Кол.: В.В. Косов, В.Н. Лифшиц, А.Г. Шахназаров // М.: ОАО «НПО» Изд-во «Экономика», 2000.

**Директор НПФ «Градиент-С»,  
к.т.н.**



**А.В. Кузьмин**