



КАВИТЕК.

**Технология промышленного производства
ГСТ и повышения КПД мазутных
энергетических систем**

Снижение расхода мазута и выбросов
на энергогенерирующих объектах





■ Энергосбережение как энергетический ресурс

Энергоресурсосбережение — одна из ключевых задач XXI века, связанная с ограниченностью энергетических ресурсов как в России, так и в мире.

В России значительный объём тепловой энергии вырабатывается на мазутных котельных и других объектах, использующих мазут в качестве базового топлива.

Ежегодное потребление мазута превышает 14 млн тонн.

Традиционные методы сжигания мазута не обеспечивают полной реализации его энергетического потенциала, что приводит к избыточному расходу топлива и повышенным выбросам:

- высокий коэффициент избытка воздуха (1,3–1,5)
- химический и механический недожог
- нестабильность качества мазута
- обводнённость

Технология КАВИТЕК предлагает иной подход — управляемую гидродинамическую подготовку топлива перед сжиганием, направленную на повышение полноты его использования.

По результатам испытаний применение технологии позволяет:

- снизить расход мазута до 20%
- повысить полноту сгорания
- сократить объём вредных выбросов





Промышленная зрелость технологии:

20+ лет

эксплуатации



Россия
+ зарубежные объекты



отсутствие
расслоения ГСТ



стабильность
характеристик

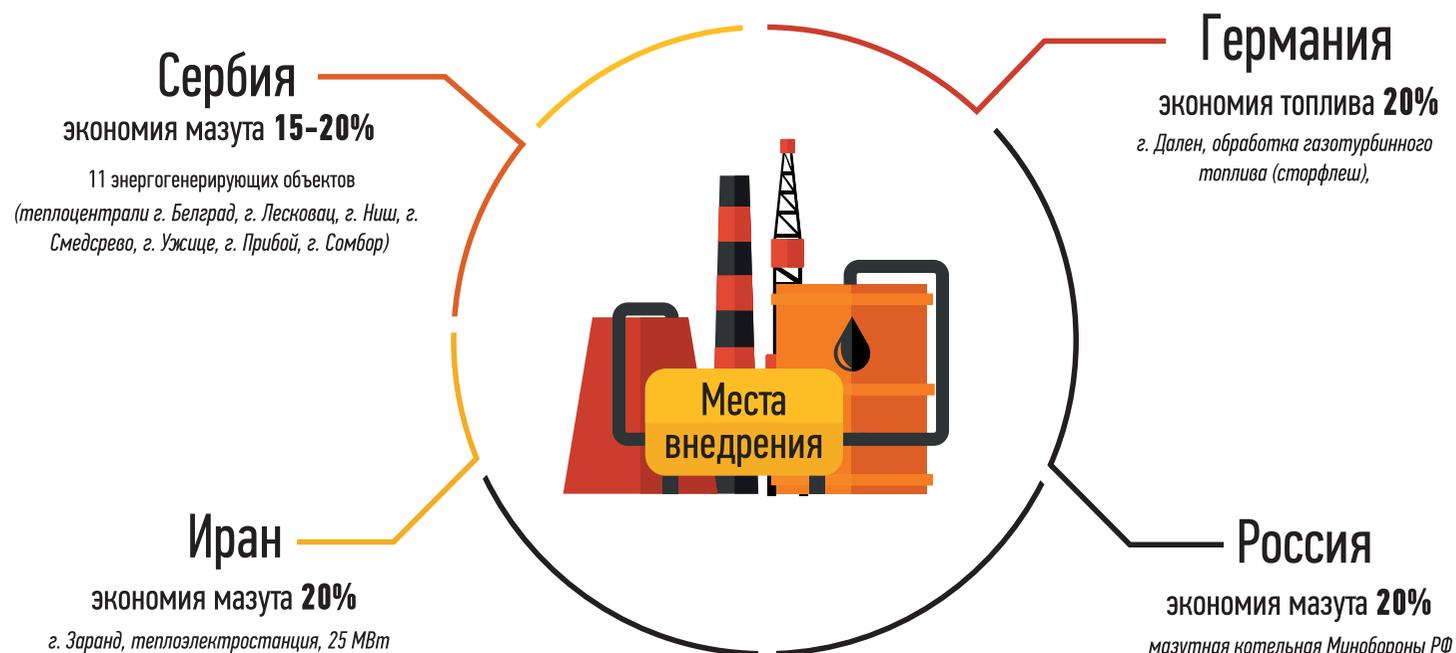
Технологическая основа защищена патентом РФ № 206204
«Устройство для получения гидростабилизированного топлива».
Автор и правообладатель — Доронин Игорь Викторович.



Успешный опыт

Технология гидродинамической подготовки мазута применяется для повышения энергетической эффективности мазутоиспользующих объектов за счёт оптимизации процесса топливоподготовки перед сжиганием.

Практика внедрения технологии в ряде стран (Сербия, Иран, Германия, Россия) подтвердила её работоспособность в различных эксплуатационных условиях и на объектах разного масштаба. Полученные результаты позволили сформировать современную модификацию технологического решения, адаптированную под действующую инфраструктуру и реальные режимы эксплуатации.



Установка РТЭО

РТЭО — Реактор теплоэнергообменный, предназначенный для гидродинамической подготовки мазута перед сжиганием.

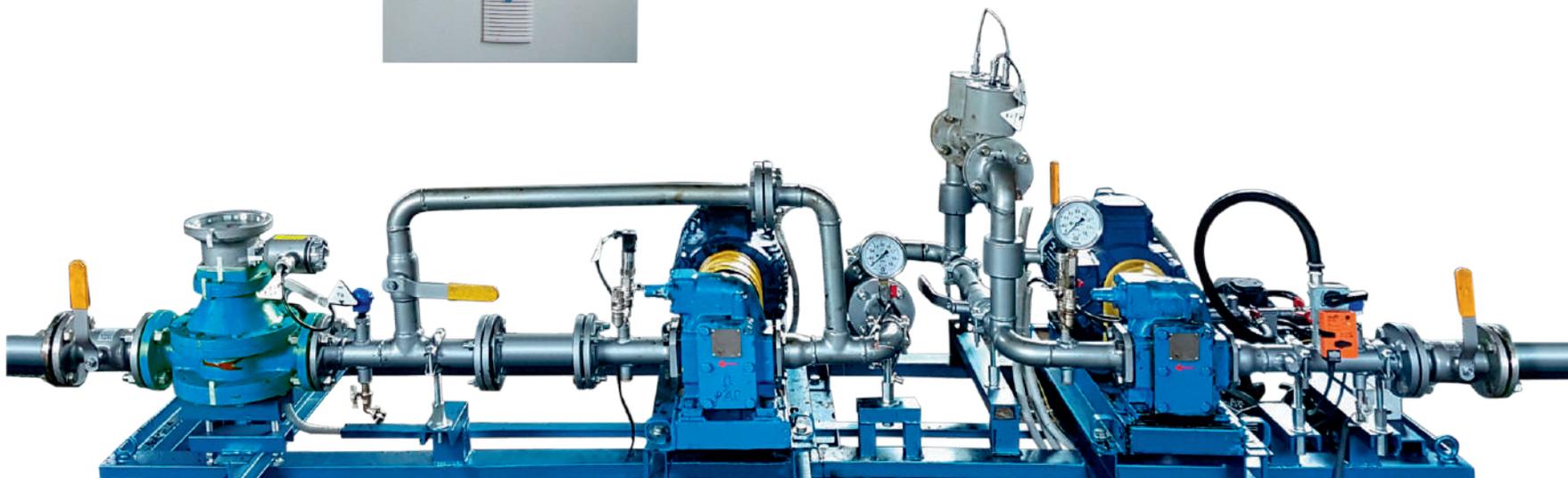
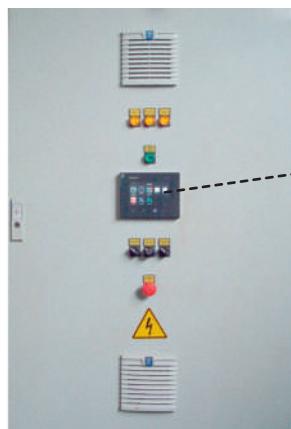
Основной принцип работы Установки РТЭО построен на использовании нескольких видов физического воздействия на исходный мазут, а именно гидродинамическую и ультразвуковую кавитацию, акустические течения и давление звукового излучения, которые совместно дают возможность осуществления уникальных технологических процессов приготовления топлива к сжиганию. Результатом работы Установки является получение гидростабилизированного топлива (ГСТ), которое является высокоэффективным топливом с дисперсной системой с контролируемой структурой, соответствующим нормативным требованиям к котельно-печному топливу.

ГСТ позволяет повысить качество сжигания за счет внутритопочного дробления и вести сжигание на пониженном дутье без увеличения недожога. Капля ГСТ представляет собой каплю воды, заключённую в капле мазута. Из-за разницы температур кипения воды и мазута (вода 100°C, мазут 350°C) происходит быстрое вскипание воды, формируется микровзрыв и вторичное распыление мазута, что способствует повышению полноты сгорания топливной смеси. При этом концентрация твёрдых частиц уходящих в атмосферу газов уменьшается и снижается их температура.



Установка РТЭО

Установка РТЭО представляет собой комплект оборудования с входными линиями подачи воды и мазута, выходную линию для готовой топливной смеси, технологическое оборудование и средства автоматизации.



■ Дисперсная структура топлива

Мазут М-100

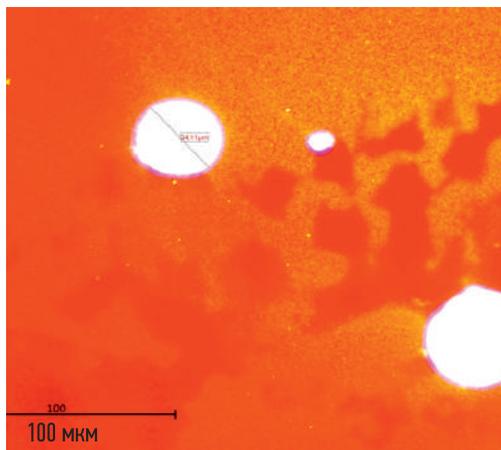


фото 1

Гидростабилизированное топливо

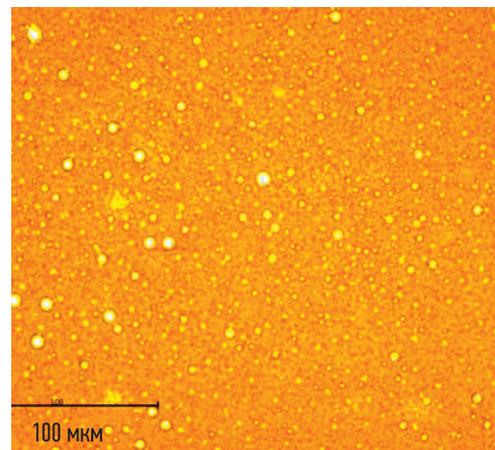


фото 2

1. на фото 1 под микроскопом исследован исходный мазут марки М-100, данный мазут содержит крупные глобулы воды, размер которых составляет 32 мкм, а также имеются сгустки смолисто-асфальтеновых фракций.
2. на фото 2 под микроскопом исследовано гидростабилизированное топливо на основе исходного мазута марки М-100. ГСТ является тонкодисперсной и гомогенной, размер частиц водяных глобул не превышает 5 мкм.



■ Факел горящего топлива

Мазут М-100



фото 1

Гидростабилизированное топливо



фото 2

1. фото горящего факела при сжигании исходного мазута марки М-100. (массовая доля воды – 1-3 %). В данном случае вода играет отрицательную роль в процессе сжигания, снижая эффективность энергогенерирующего объекта.
2. фото горящего факела при сжигании гидростабилизированного топлива. (массовая доля воды – 18 %) Рекомендуемый вариант горения. В данном случае вода распределена по объему мазута в виде мелкодисперсной эмульсии, и она играет полезную роль, активно участвуя в кинетике горения мазута, при этом вода с одной стороны обеспечивает хорошее распыливание мазута за счет микровзрывов капель дисперсной фазы, а с другой стороны интенсифицирует процесс горения мазута и обеспечивает выравнивание температурного профиля зоны горения.



Технические характеристики Установки РТЭО

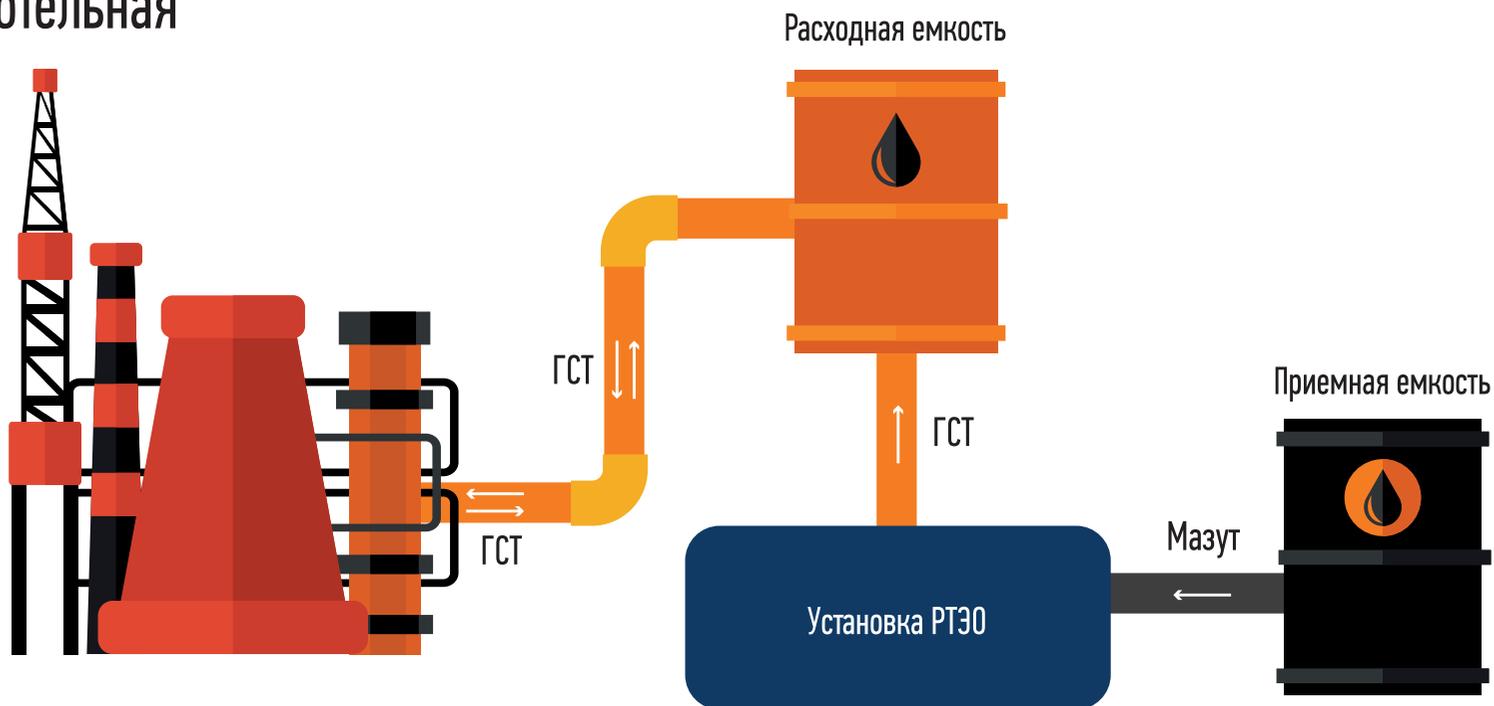
Параметры	Значение
Производительность ГСТ, м ³ /час	10-100
Потребляемая мощность, не более, кВт	11
Напряжение, В	380
Частота тока, Гц	50
Род тока	переменный
Входящая среда	мазут, вода
Параметры производимого ГСТ:	
- температура вспышки, не менее, °С;	110
- теплота сгорания, не менее, кДж;	40
- температура застывания, не более, °С;	25
- плотность, кг/м ³ ;	930 - 1050
- оптимальная обводненность, %	17-19
Габаритные размеры (с рамой), мм, не более:	
- длина;	3200
- ширина;	1300
- высота	1500
Масса, кг, не более	500

■ Область применения Установок РТЭО



■ Схема встраивания на энергогенерирующем объекте

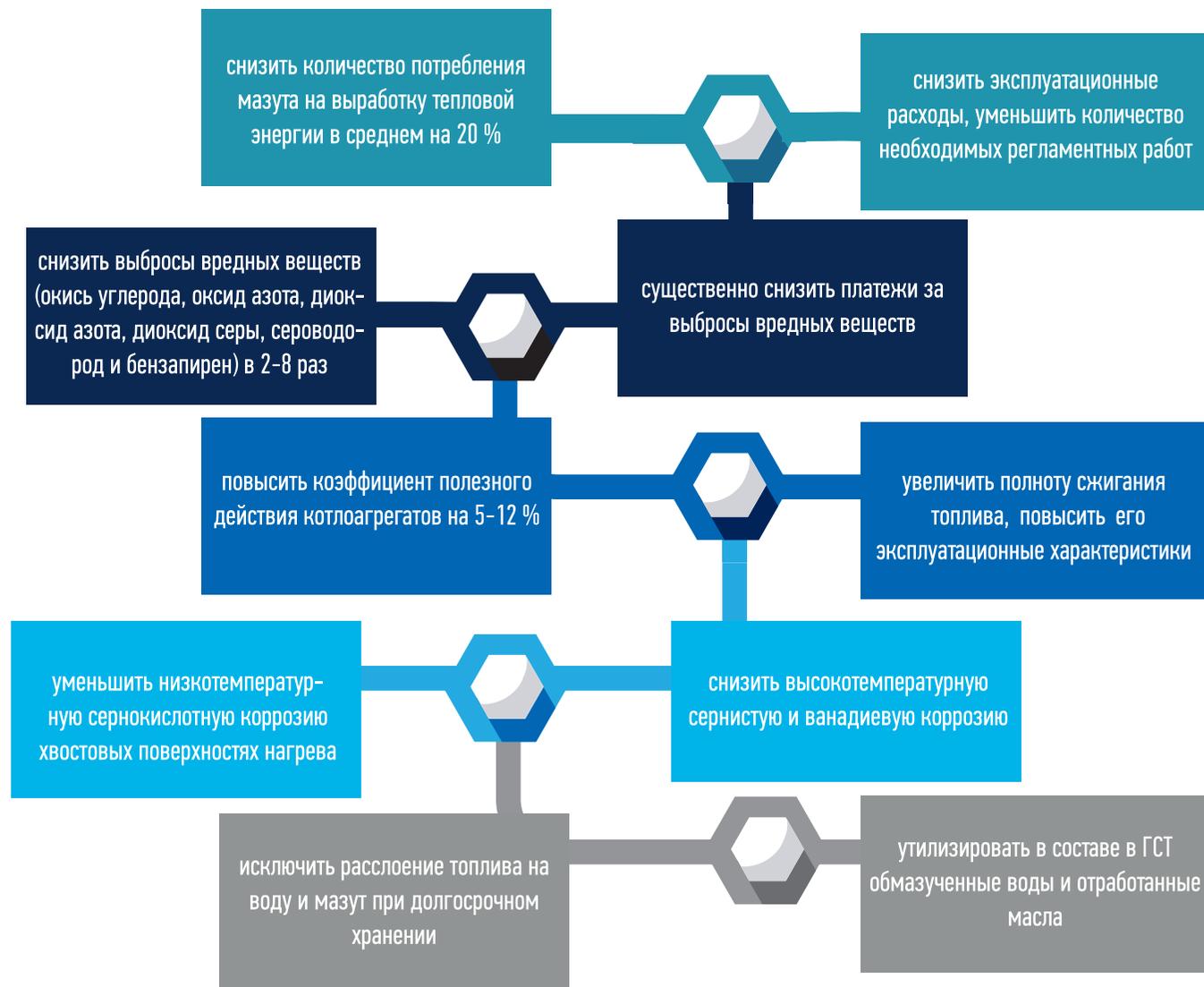
ТЭЦ, котельная





Эффект применения

Внедрение Установки РТЭО на энергогенерирующем объекте позволит:





до внедрения Установки РТЭО



после внедрения Установки РТЭО





■ Прохождение испытаний Установки РТЭО на мазутной котельной Минобороны РФ в отопительный сезон 2017-2018 гг.



Испытания проводились на котельной в 2 независимых этапа при сопоставимых нагрузках, а именно:

- **1-й этап в течение 42-х дней с 01 ноября 2017 года по 12 декабря 2017 года** в штатном режиме эксплуатации с использованием в качестве топлива топочный мазут марки М-100;
- **2-й этап в течение 42-х дней с 12 декабря 2017 года по 22 января 2018 года** с включением в технологический процесс мазутоподготовки Установку РТЭО.

Основные принципы испытаний были построены на анализе полученных данных от приборов коммерческого учета, которые были уже установлены на котельной станции, либо установлены специально для проведения испытаний и получения объективных данных работы котельной станции на 1-м и 2-м этапах.

Для расчета эффективности использовались исключительно данные коммерческого учета, произведено сопоставление суточного расхода топлива с суточной выработкой тепловой энергии с учетом фактической влажности топлива. Также произведен расчет удельного расхода топлива за весь период испытаний.

Сравнительный анализ полученных и зафиксированных данных раскрывает полную картину целесообразности и эффективности использования технологии топливоподготовки, на примере конкретной мазутной котельной.

Достиженные показатели в ходе эксплуатации Установки РТЭО

Параметры	ЭТАП I	ЭТАП II	Разница
Массовая доля воды в топливе, %	1	18	+17 %
Среднесуточный удельный расход мазута, тонн	9,1	8,6	-0,5 тонн
Общее количество израсходованного мазута, тонн	381,9	360,2	-21,7 тонн
Среднесуточное количество вырабатываемой тепловой энергии, Гкал	46,4	52,4	+6 Гкал
Общее количество выработанной тепловой энергии, Гкал	1949,7	2199,7	+250 Гкал
Среднесуточный удельный расход мазута на выработку 1 Гкал, тонн	0,197	0,164	-20,1 %
Температура наружного воздуха, °С	-1,3	-2,1	-0,8 °С
КПД котла, %	71	82	+11%
Паропроизводительность, кг/ч	2985	3585	+17%
Количество прочисток форсунок в сутки	8 раз	2 раза	в 4 раза меньше
Содержание окиси углерода (CO), ppm	90	30	в 3 раза меньше
Содержание окислов азота (NO _x), ppm	367	176	в 2 раза меньше



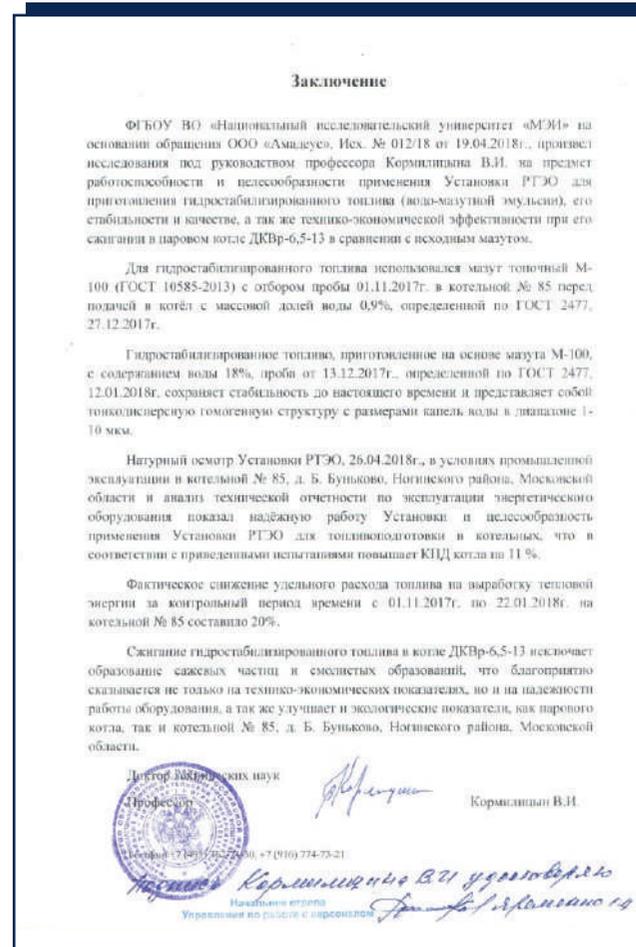


■ Выводы после испытаний Установки РТЭО на мазутной котельной:

1. Подтверждена стабильная работоспособность Установки РТЭО-10.
2. Подтверждена стабильность и однородность гидростабилизированного топлива (ГСТ), вырабатываемого с помощью Установки РТЭО-10. Факты расслоения ГСТ не зафиксированы.
3. Монтаж и эксплуатация Установки РТЭО-10 не требует специально обученного персонала, является безопасным для котельного оборудования и является малозатратным мероприятием для котельной с существенным улучшением технико-экономических показателей.
4. Теплотворная способность гидростабилизированного топлива (ГСТ), получаемого с помощью Установки РТЭО-10, существенно выше по сравнению с исходным топочным мазутом и для котельной с котлом ДКВр-6,5-13 повысилась на 8 %.
5. Использование Установки РТЭО-10 на стадии топливоподготовки позволило повысить КПД котла котельной на 11 %.
6. Экологические показатели работы котельной при работе Установки РТЭО-10 улучшились, а именно выбросы вредных веществ в виде выбросов CO снизились в 3 раза, а выбросы NO_x снизились в 2 раза.
7. Потребление мазута на выработку тепловой энергии в среднем снизилось на 20 %.
8. Фактическая экономия мазута на выработку 2 199,7 Гкал тепловой энергии составила 73,1 тонн.
9. Экономия бюджетных средств за 42 дня составила 1 354 644,85 руб.



Заключение Московского энергетического института об Установке РТЭО



Экономические показатели внедрения Установки РТЭО

Таблица сравнительных показателей эффективности работы котла марки ДКВр-6,5-13 за 1 календарный год эксплуатации при средней годовой нагрузке в 50 %

Параметры	Единица измерения	Мазут марки М-100	Гидростабилизированное топливо	Изменение
Общее количество выработанной тепловой энергии	Гкал	15000	15000	-
Общее количество израсходованного мазута	тонн	2325	1860	меньше на 465 тонн
Удельный расход мазута на выработку 1 Гкал*	тонн	0,155	0,124	меньше на 20%
Содержание выбросов CO в уходящих газах	ppm	50	20	в 2,5 раза меньше
Содержание выбросов NOx в уходящих газах	ppm	150	50	в 3 раза меньше
Количество дополнительно израсходованной электроэнергии	кВт	-	1302	на 1302 кВт больше
Количество дополнительно израсходованной воды**	м ³	-	334,8	на 334,8 м³ больше

*данные приведены для котла ДКВр-6,5-13 со штатным чугунным экономайзером при учете его работы в нормативных показателях

**при условии использования водопроводной воды (возможно использование технической воды)

При использовании Установки РТЭО для выработки тепловой энергии расход мазута уменьшится не менее чем на 20 % и в 3 раза снизится содержание вредных веществ в уходящих газах. Дополнительные расходы на электроэнергию и воду незначительны.

Экономический эффект от внедрения Установки РТЭО – среднегодовая экономия мазута на типовой котельной, оборудованной котлами ДКВр-6,5-13 составляет не менее 465 тонн без учета иных показателей эффективности.

Эффект для собственника:

■ экономия
10–20% топлива

■ снижение штрафов
за выбросы

■ снижение
частоты чисток

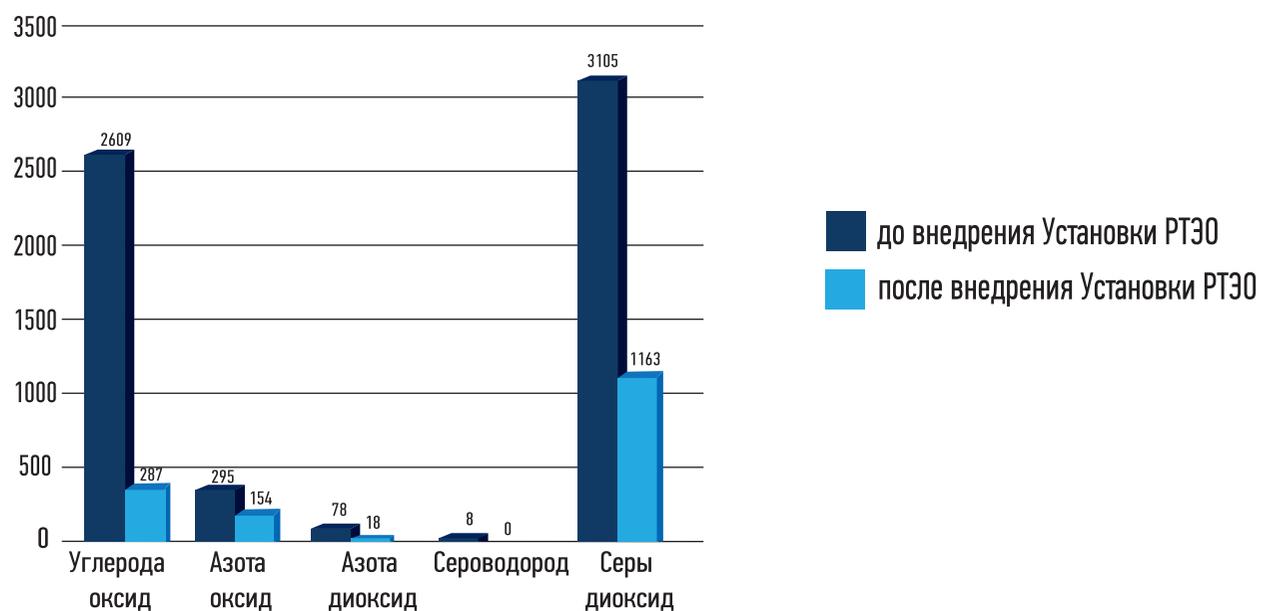
■ возможность утилизации
«лежалого» мазута



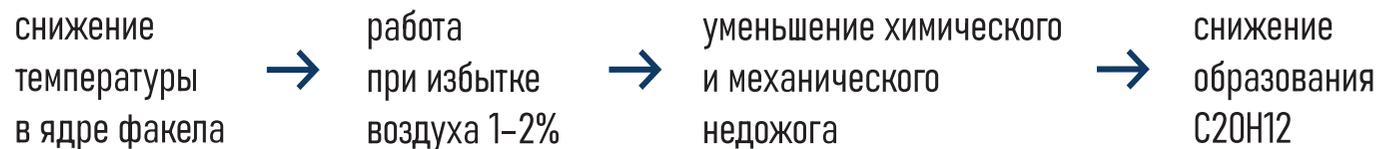
Экологические показатели работы Установки РТЭО

График сравнительного химического анализа промышленных выбросов при работе мазутной котельной с котлами ДЕ-6,5-14ГМ на мазуте М-100 и на ГСТ

Концентрация загрязняющих веществ в выбросах (мгм/м³)



Механизм подавления NOx и повышения КПД





■ АО «ЕвроХим»

Горно-обогатительный комбинат, г. Ковдор, Россия

Производство фосфатных удобрений

На площадке ГОК внедрена технология приготовления гидростабилизированного топлива (ГСТ) на базе кавитационной установки.

Производительность комплекса: 55 000 л/сутки готового ГСТ.

Технология интегрирована в действующую систему мазутоподготовки и обеспечивает: стабильное производство тонкодисперсного ГСТ промышленного объёма;

- однородность топлива без расслоения;
- повышение полноты сгорания мазута;
- снижение удельного расхода топлива и экологической нагрузки;
- адаптацию работы под производственный режим крупного промышленного предприятия.

Кейс подтверждает применимость технологии ГСТ не только в котельных, но и на энергоёмких объектах непрерывного промышленного цикла.





■ Контакты



КАВИТЕК

 info@kavitek.ru

 kavitek.ru