



Новосибирск, ул. М. Джалиля, 25  
т/ф (383) 335-65-30, vorteks@vorteks.su  
www.vorteks.su, www.vorteks.ru

Утверждаю:

Директор МУП «Теплоэнергия» г.Бийск

Н. А. Шестопалов



## РАЗРАБОТКА, ВНЕДРЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВИХРЕВЫХ МОКРЫХ ЗОЛОУЛОВИТЕЛЕЙ НА КОТЕЛЬНОЙ №6 г.БИЙСК

ОТЧЕТ  
июнь 2010 года

Руководитель проекта

Д. В. Рязановский

Новосибирск – Бийск

## **1. ВВЕДЕНИЕ.**

### **1.1. Место проведения работ и организации проводящие работы.**

Заказчик: МУП г. Бийска "Теплоэнергия".

Котельная №6, г. Бийск, ул. Пушкина, 200.

Директор Шестопалов Николай Александрович, тел. (3854) 35-11-26.

Исполнитель. Научно - производственное предприятие ООО "Вортэкс", г. Новосибирск, ул. Мусы Джалиля, 25, тел. (383) 335-65-30.

Основной вид деятельности: разработка и изготовление оборудования для очистки газов, производство промышленных пылесосов.

Директор Федоров Владимир Владимирович.

### **1.2. Необходимость и цель создания установки для очистки дымовых газов.**

Котельная № 6 была спроектирована и построена, как котельная, работающая на мазутном топливе. По экономическим причинам на котельной были установлены угольные котлы. Использование угольных котлов ухудшило экологическую обстановку вокруг котельной. Ухудшение экологической обстановки стало особенно не приемлемой, так как вокруг котельной, на небольшом удалении, расположены многоэтажные жилые дома.

Перед началом работ на котельной № 6 Исполнитель имел опыт очистки дымовых газов угольного котла, работающего на водо-угольном топливе. Для очистки дымовых газов использовалась экспериментальная установка собственной разработки. Экспериментальная установка показала сокращение содержания пылевых выбросов с 3,3 г/с до 0,015 г/с, а кроме того, сокращение выбросов окислов серы с 0,03 г/с до 0,0008 г/с. Протоколы измерений Ростехнадзора приведены в приложении 1.

Эти результаты послужили основанием для проектирования, изготовления и монтажа установки для очистки дымовых газов на объекте заказчика.

Цель совместной работы Заказчика и Исполнителя - это создание и внедрение промышленной установки для эффективной очистки дымовых газов угольного котла.

### **1.3. Основные требования к создаваемой установке:**

- установка забирает все дымовые газы из котла и обеспечивает требуемое разрежение в топке котла;
- после очистки дымовые газы угольного котла должны быть близки, по содержанию взвеси, дымовым газам котла на газовом топливе;
- очистка дымовых газов осуществляется водой;
- вода, после очистки дымовых газов, не должна сбрасываться за пределы установки.

## **2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ.**

С июля 2009 г. по октябрь 2009 г. проводились экспериментальные работы по очистке дымовых газов на работающих котлах. Испытывались способы осветления воды с целью повторного ее использования для очистки дымовых газов.

В ноябре, декабре 2009 г. на котельной смонтированы два котла типа КВ-7,0 Барнаульского котельного завода. Оба котла оснащены промышленными установками (далее по тексту Установки) для очистки дымовых газов, производства ООО "Вортэкс".

С декабря 2009 г. по май 2010 г. проходила промышленная эксплуатация Установок. Нарбатывался опыт эксплуатации. Совершенствовались системы и узлы Установок.

В апреле 2010 г. проведена пробная эксплуатация макетной станции осветления воды для проверки технических решений и уточнения технических характеристик.

В июне 2010 г. запущена в промышленную эксплуатацию станция осветления воды. Технические требования, поставленные перед созданием Установки, достигнуты.

## **3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ УСТАНОВКИ.**

Схема Установки приведена на рисунке 1.

Установка производит отбор всех дымовых газов из котла и обеспечивает необходимое номинальное разрежение в котле. Дымовые газы из котла Поз. 1 поступают в узел очистки дымовых газов Поз. 2. Очистка дымовых газов происходит при контакте с водой в завихрителе. Данный способ позволяет с высокой эффективностью очистить дымовые газы от зольных частиц и окислов серы.

Очищенные газы через дымосос Поз. 3 выбрасываются в общую трубу котельной.

Для работы узла очистки дымовых газов через него необходимо непрерывно прокачивать воду. Для размещения рабочего запаса воды, служит бак Поз. 4. Вода забирается из бака насосом Поз. 5 и подается в узел очистки дымовых газов, откуда возвращается в бак самотеком.

В баке происходит накопление уловленной золы. Поддержание концентрации золы в воде бака на минимальном уровне достигается следующим образом. Дозирующее устройство Поз. 6 производит отбор из бака заданного количества воды, содержащей золу, и направляет ее в станцию осветления Поз. 7. Осветленная вода возвращается в бак. Извлеченная из воды зола имеет незначительное содержание влаги и представляет собой сыпучий продукт. Зола утилизируется вместе со шлаком. Сброс воды за пределы Установки, при штатной работе оборудования, отсутствует.

Установка оснащена системой автоматического управления на базе промышленного контроллера.

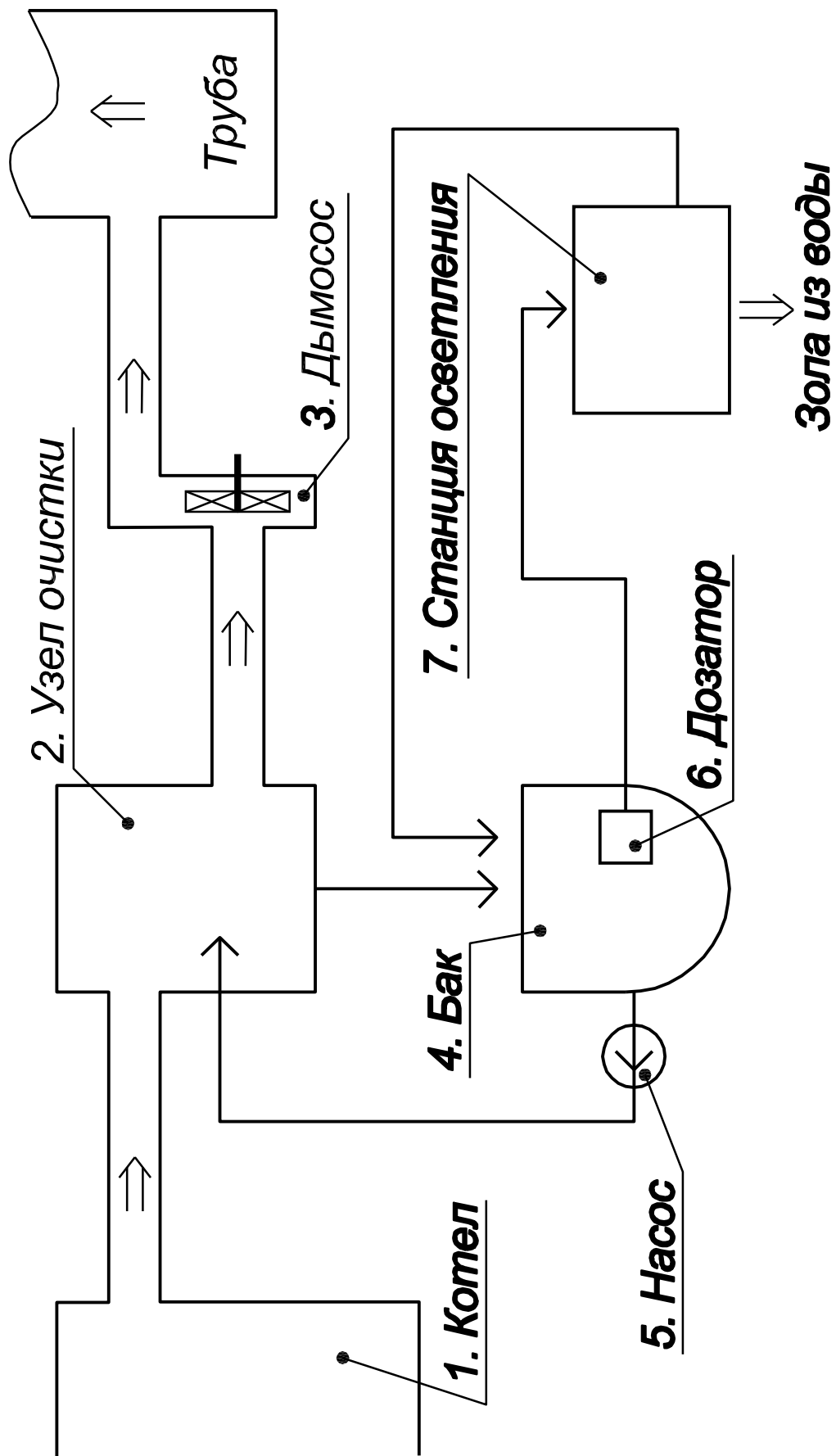


Рис 1. Схема Установки очистки дымовых газов угольного котла.

#### 4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ.

Габаритные размеры:

в плане, м, не более	3 x 2,5
высота, м, не более	6,5
Потребляемая электрическая мощность, кВт, не более	65
Потребление чистой воды, для компенсации испарения, м <sup>3</sup> /час, не более	0,5
Производительность очистки дымовых газов, м <sup>3</sup> /час,	1000....20000
Температура дымовых газов, °С, не менее,	5
не более	300

#### 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ.

За весь период, с декабря 2009 г. по настоящий момент, Установки для очистки дымовых газов находятся в постоянной эксплуатации.

Установка, введенная в эксплуатацию, полностью заменила штатный дымосос. Кроме функции дымососа (разрежение в котле), Установка выполняет главную функцию по глубокой очистке отходящих газов угольного котла.

За время работы установки были значительно усовершенствованы различные узлы и механизмы Установки.

Определены времена наработки на отказ основных узлов:

- Завихритель узла очистки дымовых газов подвергается абразивному износу. Время его работоспособности составило не менее трех месяцев. Для замены завихрителя требуется двое рабочих и десять минут времени.
- Насос для подачи воды из бака в узел очистки дымовых газов работает в тяжелых условиях - кислая среда, зола, насыщенность воды газами. Покупные насосы выходили из строя через 2 недели, были неремонтопригодны, имели высокую стоимость. Насосы, разработанные ООО "Вортэкс", имеют конструктивные отличия: легкость замены узлов подлежащих износу (рабочее колесо, улитка), простота и низкая стоимость заменяемых узлов.
- Проведение работ по обслуживанию или замене насоса не требует остановки котла. Замена завихрителя требует снижение мощности котла в два раза или его остановку, но данная операция проводится не чаще, чем один раз в три месяца и требует не более десяти минут рабочего времени.

Лабораторное определение эффективности очистки дымовых газов на настоящий момент не проводилось. Главная причина - отсутствие необходимого оборудования для отбора проб в г. Бийске.

До запуска в промышленную эксплуатацию станции осветления воды, вода из бака сбрасывалась в резервуар на территории котельной, для осветления методом отстаивания. Сброс воды производился с интенсивностью 30 литров в минуту.

Запуск в промышленную эксплуатацию станции осветления позволил увеличить сброс зольной воды из бака до 80 литров в минуту с последующим возвратом осветленной воды в бак. Это привело к снижению концентрации золы в баке не менее чем в 2,5 раза, после чего можно ожидать увеличения ресурса работы насоса и завихрителя.

Проводились предварительные эксперименты по нейтрализации окислов серы путем добавления соды в воду бака. Органолептическим методом (на запах) зафиксировано очень заметное снижение концентрации окислов серы в отходящих дымовых газах после Установки.

Ниже приведены фотографии трубы котельной при работающей установке для очистки дымовых газов.



Визуальный эффект при работе промышленной Установки для очистки дымовых газов угольного котла. Декабрь 2009 г.



Экспериментальная Установка отключена. Октябрь 2009 г.



Экспериментальная Установка включена. Та же труба через 5 минут.



**РОСТЕХНАДЗОР**  
 Федеральное государственное учреждение «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Сибирскому федеральному округу»  
**ФГУ «ЦЛАТИ по Сибирскому ФО»**  
 630088, г. Новосибирск, ул. Сибиряков-Гвардейцев, 51/1, тел.215-06-41  
 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510472

Руководитель Аналитической службы

*Л.В. Гаврилова*



**АКТ**  
**определения скорости, расхода газа и отбора проб**

№ 22

" 04 " февраля 2008 г.

**Мною**

**Белавиным Игорем Сергеевичем** зам. начальника отдела  
 (должность, фамилия, имя, отчество лица, ответственного за проведение измерений)

**в присутствии**

(должность, фамилия, имя, отчество лица, ответственного за проведение измерений)

в соответствии с ГОСТ 17.2.4.06-90 "Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения", ГОСТ 17.2.07.-90 «Охрана природы. Атмосфера. Методы определения давления и температуры газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения», ГОСТ Р 50820-95 «Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газовых потоков», Инструкцией по эксплуатации ЕСОМ-АС проведены измерения скорости и расхода газопылевого потока на

**ООО «Вортэкс»**  
 (Наименование предприятия)

**Источник выделения котел на водо-угольном топливе**  
**Источник выброса вихревой газо-жидкостный реактор**  
 (Наименование источника)

**ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКА ВЫБРОСОВ И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ГАЗА**

1. Место измерения вход в систему газоочистки
2. Диаметр газохода, 0,25 м Площадь газохода, S 0,049 м<sup>2</sup>
3. Атмосферное давление, P<sub>атм</sub> 98450 Па Температура газа в газоходе, t<sup>о</sup>, 122 °С
4. Статическое давление газа в газоходе, P<sub>ст</sub> -120 Па
5. Динамическое давление газа в газоходе, P<sub>д</sub> 33,53 Па
6. Плотность газа в газоходе при рабочих условиях, ρ<sub>г</sub> 0,866 кг/м<sup>3</sup>
7. Скорость газа в газоходе, V 8,8 м/с
8. Объёмный расход газа в газоходе, приведенный к нормальным условиям, Q<sub>н</sub> 0,289 м<sup>3</sup>/с

**УСЛОВИЯ ОТБОРА ПРОБ**

№№ проб	Разряжение у реометра		t <sup>о</sup> у реометра °С	Продолжительность отбора, мин	Скорость отбора, л/мин
	начало	конец			
1	800	1550	22	1	9
2	400	1200	22	1	9

**ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫБРОСА**

Наименование ингредиента	Объёмный расход газа в газоходе Q <sub>н</sub> , м <sup>3</sup> /с	Результат анализа		Величина выброса, г/сек
		Концентрация, г/м <sup>3</sup>	Погрешность (заполняется при необходимости)	
O <sub>2</sub>	0,289	15,1%	-	-
CO	0,289	Ниже предела обнаружения	-	-
SO <sub>2</sub>	0,289	0,102	-	0,0295
NOx	0,289	0,263	-	0,076
пыль	0,289	11,38993	-	3,29169

Ответственный за отбор проб и проведение анализов

*Игорь Белавин*  
 (подпись)

Ответственный представитель предприятия

*Игорь Белавин*  
 (подпись)



**РОСТЕХНАДЗОР**

Федеральное государственное учреждение «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Сибирскому федеральному округу»  
**ФГУ «ЦЛАТИ по Сибирскому ФО»**  
 630088, г. Новосибирск, ул. Сибиряков-Гвардейцев, 51/1, тел.215-06-41  
 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510472

УТВЕРЖДАЮ  
 Руководитель Аналитической службы  
 Т.В. Гаврилова



**АКТ**  
**определения скорости, расхода газа и отбора проб**

№ 22

" 04 " февраля 2008 г.

**Мною**

**Белавиным Игорем Сергеевичем** зам. начальника отдела  
 (должность, фамилия, имя, отчество лица, ответственного за проведение измерений)

**в присутствии**

(должность, фамилия, имя, отчество лица, ответственного за проведение измерений)

в соответствии с ГОСТ 17.2.4.06-90 «Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения», ГОСТ 17.2.07-90 «Охрана природы. Атмосфера. Методы определения давления и температуры газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения», ГОСТ Р 50820-95 «Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газовых потоков», Инструкцией по эксплуатации ЕСОМ-АС проведены измерения скорости и расхода газопылевого потока на

**ООО «Вортэкс»**  
 (Наименование предприятия)

**Источник выделения котел на водо-угольном топливе**  
**Источник выброса вихревой газо-жидкостный реактор**  
 (Наименование источника)

**ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКА ВЫБРОСОВ И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ГАЗА**

1. Место измерения выход из системы газоочистки
2. Диаметр газохода, 0,25 м Площадь газохода, S 0,049 м<sup>2</sup>
3. Атмосферное давление, P<sub>атм</sub> 98450 Па Температура газа в газоходе, t°, 49 °C
4. Статическое давление газа в газоходе, P<sub>ст</sub> 164 Па
5. Динамическое давление газа в газоходе, P<sub>д</sub> 46,1 Па
6. Плотность газа в газоходе при рабочих условиях, ρ<sub>г</sub> 1,066 кг/м<sup>3</sup>
7. Скорость газа в газоходе, V 9,3 м/с
8. Объемный расход газа в газоходе, приведенный к нормальным условиям, Q<sub>н</sub> 0,375 м<sup>3</sup>/с

**УСЛОВИЯ ОТБОРА ПРОБ**

№№ проб	Разряжение у реометра		t° у реометра °C	Продолжительность отбора, мин	Скорость отбора, л/мин
	начало	конец			
1	400	450	22	8	10
2	450	550	22	8	10

**ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫБРОСА**


Наименование ингредиента	Объемный расход газа в газоходе Q <sub>н</sub> , м <sup>3</sup> /с	Результат анализа		Величина выброса, г/сек
		Концентрация, г/м <sup>3</sup>	Погрешность (заполняется при необходимости)	
O <sub>2</sub>	0,375	16,5 %	-	-
CO	0,375	Ниже предела обнаружения	-	-
SO <sub>2</sub>	0,375	0,002	-	0,00075
NOx	0,375	0,211	-	0,079125
пыль	0,375	0,03966	-	0,01487

**Эффективность газоочистной установки: по пыли 99,55%, по SO<sub>2</sub> 97,46%**

Ответственный за отбор проб и проведение анализов

  
 (подпись)

Ответственный представитель предприятия

  
 (подпись)