

**ТИПОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ**  
**ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ КАСКАДНОГО ИМПАКТОРА**  
**ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА**  
**ЛЕТУЧЕЙ ЗОЛЫ В ДЫМОВЫХ ГАЗАХ ТЭС**

**ТИ 34-70-037-83**



**СЮЗТЕХЭНЕРГО**  
**Москва 1985**

Разработана Всесоюзным дважды ордена Трудового Красного Знамени  
теплотехническим научно-исследовательским институтом  
им. Ф.Э. Дзержинского

Исполнители: Г.С. Чеканов, канд. техн. наук, Е.В. Соцкова,  
Н.Н. Будникова, С.С. Новоселов, Г.А. Маркова

Утверждена Управлением по охране природы 30.12.83.  
Начальник Управления В.В. Ябло

Служба передового опыта и информации Советэнерго

Москва

1985 г.

Типовая инструкция по эксплуатации  
каскадного импактора для измерения дис-  
персного состава летучей золы  
в дымовых газах ТЭС  
ОКСТУ 4311

ТИ  
34-70-037-83  
Введена впервые

Срок действия установлен  
с 01.07.85  
до 01.07.87

1. Назначение. Каскадный импактор предназначен для измерения дисперсного состава летучей золы непосредственно в потоке дымовых газов. Такие измерения необходимы для оценки фракционных КПД золоуловителей, а также для расчета содержания высокотоксичных микрокомпонентов в золе, выбрасываемой с дымовыми газами в атмосферу.

2. Конструкция. Схематическое устройство каскадного импактора представлено на рис.1. Основным элементом импактора являются четырнадцать дисков 1, установленных в корпусе 5. В каждом диске одно или несколько сопел 2 для прохода запыленного потока с определенной скоростью и съемка, заполненная смазкой или ворсистым материалом 3 для удержания осевших на поверхности золowych частиц. Диски с центральным и периферийным расположением сопел чередуются с таким расчетом, чтобы съемка последующего диска располагалась против сопла или сопел предыдущего диска. За последним диском установлен фильтр 4, представляющий собой кассету, заполненную стекловолокном или другим фильтрующим материалом.

Отбор запыленного газа производится через входную трубку 10, в которую ввертываются сменные наконечники 6, имеющие разный диаметр входного отверстия.

Герметичность прибора достигается при помощи тефлоновых прокладок, накидной гайки 8 и прижимных болтов 9. Отвод газа из импактора производится через трубку 7.

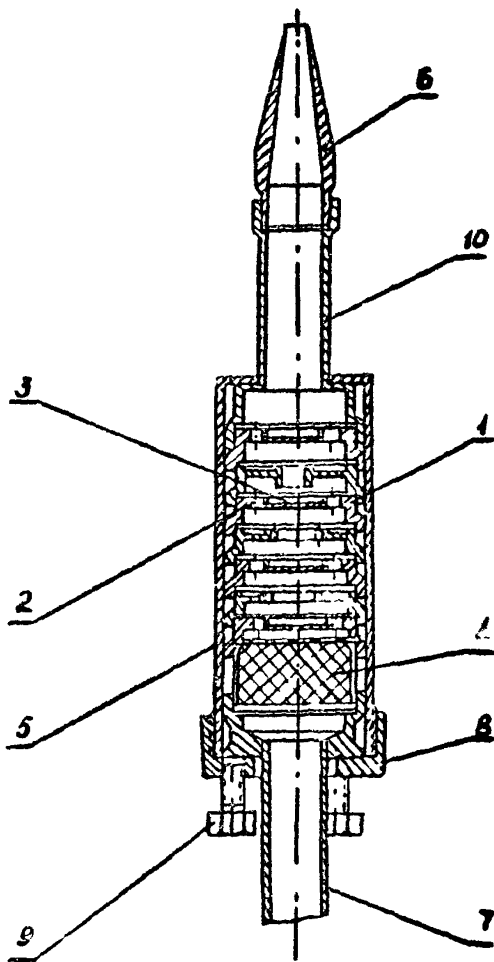


Рис.1. Схематическое устройство каскадного инжектора

3. Принцип действия. Запыленный газ, отобранный из газового потока, поступает в центральное сопло первого диска, приобретает определенную скорость. После выхода из сопла газовый поток изменяет свое направление на  $90^\circ$ , чтобы попасть в периферийные сопла. При этом наиболее крупные частицы зола под действием инерционных сил попадают на поверхность выемки второго диска и оседают на ней. Более мелкие и соответственно менее инерционные частицы уносятся с потоком газов и проходят через сопла второго диска. Суммарное сечение этих сопел равно сечению сопла первого диска. Поэтому скорость газового потока на выходе из сопел второго диска будет такой же, и в выемке третьего диска оседают частицы зола того же размера, которые не осели на выемке в выемке второго диска.

Следующее сопло, через которое проходит газовый поток, имеет меньший диаметр, т.е. скорость истечения будет несколько больше и на подложке в соответствующей выемке оседают частицы меньшего размера, чем на предшествующих двух дисках. Таким образом, на каждой паре последовательно установленных дисков будет оседаться определенная фракция зола. Размер фракций зола, оседающей в каждой ступени импактора, образуемой соответствующей парой дисков, определяется предварительной тарировкой и указан в паспорте импактора.

4. Схема установки для сбора проб зола. Импактор устанавливается в газоходе носиком навстречу потоку дымовых газов и закрепляется при помощи шулера, приваренного к стенке газохода.

Схема установки приведена на рис. 2.

Выпускная трубка импактора I подкачивается к сборнику конденсата 2, за которым устанавливается измеритель расхода газа, состоящий из счетчика с диафрагмой 4 и U-образного манометра 5, позволяющего измерять разрежение до 0,03 МПа. Отсос газа осуществляется при помощи воздуходувки 8 или парового эжектора, обеспечивающих отсос 10 л/мин газов и разрежение до 0,03 МПа. Вентили 3 и 7 позволяют плавно регулировать расход газа через импактор. Соединение элементов схемы выполняется с помощью резиновых шлангов.

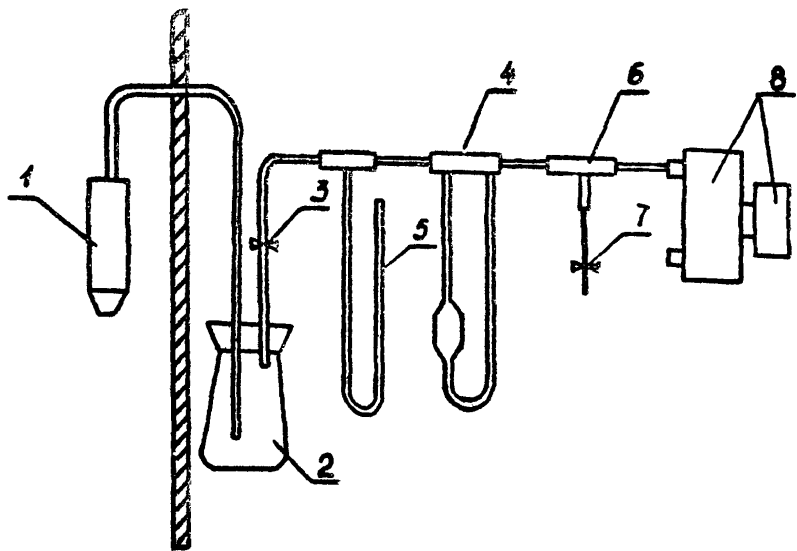


Рис.2. Схема установки для отборе проб земл.

5. Выбор места установки импактора. Сечения для установки импактора должно располагаться на прямолинейном участке газохода на расстоянии от ближайшего места поворота газохода не менее  $l_1 = 6 \cdot b$  в направлении навстречу потоку газов и  $l_2 = 3 \cdot b$  в направлении вдоль потока газов, где  $b$  - наибольший размер сечения газохода.

При отсутствии такого участка, в выбранном мерном сечении необходимо измерить поле скоростей газового потока, разделив его условно на равномерные площадки, и для установки импактора выбрать точку в центре той площадки, скорость потока газов в которой наиболее близка к скорости в центрах примыкающих площадок сечения.

6. Предварительные измерения и расчеты. Перед установкой импактора в газоход необходимо измерить скорость газового потока в выбранной для установки точке газохода, температуру газов и примерную их запыленность, а также барометрическое давление и разрежение в газоход. По этим данным выбирают наконечник для отборной трубки импактора и рассчитывают расход газа через наконечник, а также время проведения отбора пыли.

В табл. I приведены рекомендуемые диаметры наконечников в зависимости от скорости газового потока.

Таблица I

Скорость газа, м/с	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Диаметр отверстия наконечника, мм	5,5	5,0	4,6	4,2	3,9	3,7	3,5	3,4	3,2	3,1	3,0

Расход газов через импактор рассчитывают по формуле:

$$Q = 2,15 \cdot 10^{-5} \cdot d_{\text{нак}}^2 \cdot V_r \cdot \frac{P_{\text{бар}} - P_{\text{раз}}}{273 + t_r},$$

где  $Q$  - расход газов, обеспечивающий изокINETический отбор газов через выбранный наконечник в пересчете на нормальные условия, м<sup>3</sup>/с;

$d'$  - диаметр отверстия наконечника, мм;  
 $v_r$  - скорость газов в выбранной точке газохода, м/с;  
 $P_{бар}$  - барометрическое давление, МПа;  
 $P_{раз}$  - разрежение в газоходе, МПа;  
 $t_r$  - температура газов, °С.

Время проведения отбора золы определяют по формуле:

$$\tau = \frac{0,3 + 0,5}{Q \cdot x}$$

где  $\tau$  - время отбора золы, с;  
 $Q$  - расход газов через импактор, м<sup>3</sup>/с;  
 $x$  - запыленность отбираемых газов, г/м<sup>3</sup>

Значение числителя принимают максимальным при отборе тонкодисперсной золы, например, из газового потока после эффективно работающих золоуловителей. Минимальное значение числителя принимается при измерении в газовом потоке перед золоуловителями.

**7. Подготовка импактора к работе.** Подготовка импактора заключается в заполнении выемок дисков смазкой или подложкой из ворсистого материала, набивки фильтра стекловатой и их взвешивание на аналитических весах.

Для приготовления смазки рекомендуется смесь из I весовой части масла М-20, предварительно выдержанного в течение 1,5 часа в сушильном шкафу при температуре 70-80°С, и 3,2 весовых частей корунда М-3. Смесь тщательно растирается в ступке до получения однородной массы и выдерживается 3-4 часа.

Взвешивание дисков производится с точностью до 0,2 мг.

После взвешивания диски укладывают в столбик в порядке, соответствующем их маркировке. Сверху должен находиться диск "1.1", под ним диск "1.2", следующим - диск "2.1" и т.д. Уложенные диски вводят в корпус, устанавливают фильтр, наворачивают накидную гайку и прижимными винтами уплотняют начинку корпуса.

**8. Проведение отбора пыли.** Собирают установку в соответствии со схемой, изображенной на рис. 2. Закрывают кран 3 и полностью открывают кран 7, после чего включают воздушную установку. Устанавливают импактор в выбранной точке газохода ориентиру-



его наконечником в направлении потока газов. Затем одновременно открывают край 3, поворачивают импактор на  $180^\circ$ , наконечником навстречу потоку газов и прикрывают край 7, устанавливают расход газов в соответствии с рассчитанной величиной  $Q$ . В течение всего времени отбора газов поддерживают постоянным расход по показаниям реометра с поправкой на температуру и разрежение у диафрагмы реометра.

По окончании отбора газов полностью закрывают край 7, вынимают из газохода импактор и выключают воздухоподувку. Шланг с отборной трубкой снимают только после извлечения импактора. Вынутый прибор устанавливают вертикально так, чтобы отборная трубка и наконечник находились сверху, и охлаждают до комнатной температуры.

9. Разборка импактора. После охлаждения, не меняя вертикального положения, разбирают импактор. Ослабив прижимные болты отворачивают накидную гайку, и извлекают из корпуса фильтр и шайбы и взвешивают их на тех же весах. При разборке импактора необходимо исключить попадание пыли с внешней стороны корпуса на фильтр и шайбы.

10. Расчет дисперсного состава. По результатам взвешивания определяют привес каждой шайбы и фильтра. Принимая суммарный привес за 100%, определяют доли частиц на каждой паре шайб, образующих соответствующую ступень импактора. Минимальный диаметр частиц пыли, осевших в каждой ступени импактора, рассчитывают по формуле:

$$\delta_{\text{факт}}^i = \delta_{\text{тар}}^i \cdot 516 \sqrt{\frac{\mu_r^2 (P_{\text{бар}} - P_r)}{Q \rho_g (273 + t_r)}}$$

где  $\delta_{\text{факт}}^i$  — минимальный диаметр частиц пыли, осевших в  $i$ -той ступени импактора, мкм;

$\delta_{\text{тар}}^i$  — минимальный диаметр частиц пыли, осевших в  $i$ -той ступени, при тарировке импактора /  $Q = 10$  л/мин,  $t = 20^\circ\text{C}$ ,  $\rho = 1,35$  г/см<sup>3</sup>;  $\mu - 18,2 \cdot 10^{-6}$  кг/м·с;

$\mu$  — вязкость газов при температуре  $t_{\text{газ}}$ , кг/м·с;

$\rho$  - плотность частичек золи, г/см<sup>3</sup>.

По полученным данным строят кривую полных остатков, откладывая на оси абсцисс минимальный диаметр частиц золи, осевших на данной ступени импактора, а на оси ординат - суммарную весовую долю фракций золи, осевших на данной и всех предыдущих ступенях импактора. Для построения графика рекомендуется пользоваться вероятностно-логарифмической сеткой координат.

По этому графику определяется содержание в золе фракций любых размеров в интервале полученных значений минимальных диаметров.

Если график полных остатков, построенных в вероятностно-логарифмических координатах, имеет прямолинейный характер, можно экстраполировать его в обе стороны и с определенными допущениями оценить величину фракций золи за пределами исследованного интервала.

II. Расчет запыленности газов. По суммарному привесу шайб и фильтра импактора можно определить запыленность газового потока по формуле:

$$\bar{Z}_r = \frac{\sum g^i}{Q \cdot \tau \cdot 10^{-3}},$$

где  $\bar{Z}_r$  - запыленность газов, г/м<sup>3</sup> /при нормальных условиях/;  
 $\sum g^i$  - суммарный привес шайб и фильтра импактора, г.

12. Рекомендуемая форма регистрации исходных данных и результатов измерений дисперсного состава золи приводится в Приложении.

**Приложение  
(рекомендуемое)**

**Форма и пример заполнения протокола измерения  
дисперсного состава летучей золы каскадным  
импактором**

**ПРОТОКОЛ**

**измерения дисперсного состава летучей золы  
каскадным импактором № \_\_\_\_\_**

- 1. Место отбора пробы:** Рефтинская ГРЭС,  
блок № 3,  
газоход за электрофильтром "ЗА"
- 2. Дата и время опыта:** 21.07.83, 10.30-10.40
- 3. Данные для выбора режима отбора пробы:**
- 3.1. Скорость газов в точке отбора  $v_r = 8$  м/с;  
3.2. Температура газов  $t_r = 150^\circ\text{C}$ ;  
3.3. Барометрическое давление  $P_{бар} = 0,1$  МПа;  
3.4. Разрежение в газоходе  $P_{газ} = 2,68 \cdot 10^{-8}$  МПа;  
3.5. Наконечник (по табл. I/  $d_{нак} = 3,9$  мм);  
3.6. Расход газов через импактор

$$Q = 2,15 \cdot 10^{-5} \cdot 3,9^2 \cdot 8 \cdot \frac{0,1 - 2,68 \cdot 10^{-8}}{273 + 150} = 0,06 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{с} \text{ (при норм.ус.)};$$

- 3.7. Время отбора пробы

$$\tau = \frac{0,3}{0,06 \cdot 2,0 \cdot 10^{-8}} = 2,5 \cdot 10^8 \text{ с}$$

- 4. Расчет фактического размера фракций**
- 4.1. Плотность золы  $\rho_3 = 1,8$  г/см<sup>3</sup>;  
4.2. Вязкость газов

$$\mu_r = \mu_r^0 \cdot \frac{T_0 + 147}{T + 147} \left( \frac{T}{T_0} \right)^{3/2} = 16,9 \cdot \frac{273 + 147}{273 + 150 + 147} \times$$

$$\times \left( \frac{273 + 150}{273} \right)^{3/2} = 24,0 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м} \cdot \text{с};$$

## 4.3. Фактический размер фракций

$$\delta_{\text{факт}} = \delta_{\text{тар}} \cdot 516 \sqrt{\frac{24,0 \cdot 10^{-6} \cdot 1745 - 20}{3,55 \cdot 1,8 / 273 + 150}} = \delta_{\text{тар}} \cdot 1,309;$$

## 5. Вес дисков и уловленных фракций

№	Д и с к и			№	С т у п е н и				
	Вес до опыта, г	Вес после опыта, г	Вес осевшей золы, г		$\delta_{\text{тар}}$ , мкм	$\delta_{\text{факт}}$ , мкм	Вес фракция, г	Доля фракции, %	Полные остатки, %
1.1	12,9288	12,9840	0,0552	1	8,0	10,47	0,1769	35,60	35,60
1.2	11,7242	11,8459	0,1217						
2.1	13,8432	13,9256	0,0764	2	5,3	6,94	0,1487	29,93	65,53
2.2	11,7899	11,8622	0,0723						
3.1	14,0879	14,1344	0,0465	3	3,8	4,97	0,0746	15,01	80,54
3.2	11,6679	11,6960	0,0281						
4.1	14,5850	14,6132	0,0282	4	2,9	3,80	0,0409	8,23	88,77
4.2	12,4057	12,4184	0,0127						
5.1	15,1406	15,1538	0,0132	5	2,4	3,14	0,0224	4,51	93,28
5.2	12,7805	12,7897	0,0092						
6.1	15,0345	15,0449	0,0104	6	1,6	2,09	0,0204	4,11	97,39
6.2	12,2560	12,2660	0,0100						
7.1	14,9797	14,9830	0,0033	7	1,2	1,57	0,0068	1,37	98,76
7.2	12,1457	12,1492	0,0035						
фильтр	14,3724	14,3786	0,0062	φ	<1,2	<1,57	0,0062	1,24	100,00
	Всего:		0,4969						

## 6. Фракционный состав золы.

Размер фракции, мкм	> 2	> 5	> 10	> 20	> 30	> 40
Весовая доля фракции, %	97,4	77,5	44,0	15,0	6,0	3,0

Среднемедианный размер частиц  $\delta_{50}^c$  - 9,0 мкм.

## 7. Запыленность газов

$$\Sigma_r = \frac{0,4969}{0,06 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 \cdot 10^3} = 3,31 \text{ г/м}^3$$

Руководитель испытаний  
Лаборант

/подпись/  
/подпись/

---

Подп. к печати 02.04.85	Усл. печ. л. 0,5	Заказ № 417
Печать офсетная	Уч.-изд. л. 0,6	Тираж 75 экз.
Формат 60 x 84 1/16	Издат. № 54/85	Цена 8 коп.

---

Производственная служба передового опыта и информации Советского  
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15  
Рецензия ВТИ им. Ф.Э.Дзержинского  
109068, Москва, Автозаводская ул., 14/15