Государственный комитет РСФСР по обеспечению нефтепродуктами

СОГЛАСОВАНА
Госкомприродой СССР
27 декабря 1988 г.

УТВЕРЖДЕНА
Госкомнефтепродуктом РСФСР
29 декабря 1968 г.

М Е Т О Д И К А

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОСКОМНЕФТЕПРОДУКТА РСФСР

Астрахань, 1988

gost.e-ecolog.ru

«Методика по определению выбросов в атмосферу на предприятиях Госкомнефтепродукта РСФСР» разработана СКБ «Транснефтеавтоматика» взамен «Временной методики по определению выбросов в атмосферу на предприятиях Госкомнефтепродукта СССР», утвержденной Госкомнефтепродуктом СССР 06.05.1983 года.

Методика переработана и дополнена в соответствии с новыми инструктивными и нормативными материалами Госкомгидромета СССР с учетом «Норм естественной убыли нефтепродуктов при приеме, хранении, отпуске и транспортировании», введенных в действие с 01.07.1986 года.

Методика предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся вопросами охраны окружающей среды на предприятиях Госкомнефтепродукта РСФСР.

С момента утверждения настоящей методики ранее действовавшая методика утрачивает силу.

Содержание

Введение

1. Источники выбросов вредных веществ в атмосферу
2. Определение количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу
   2.1. При эксплуатации резервуаров
   2.2. При наливе в транспортные средства
   2.3. При испарении с открытых поверхностей земляных амбаров для мазута
   2.4. Из производственных помещений
   2.5. От открытых поверхностей объектов очистных сооружений
   2.6. От автозаправочных и автогазонаполнительных станций
      2.6.1. Выбросы автозаправочных станций
      2.6.2. Выбросы автогазонаполнительных станций
   2.7. При сжигании топлива в котлах производительностью до 30 тонн/год
      2.7.1. Определение оксидов серы
      2.7.2. Определение оксида углерода
      2.7.3. Определение оксида азота
      2.7.4. Определение твердых частиц
   2.8. От автотранспорта предприятий

Список использованных источников

Приложение (справочное). Аналитический контроль выбросов вредных веществ в атмосферу на предприятиях Госкомнефтепродукта РСФСР

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатация ряда объектов (резервуаров, сливных и наливных эстакад, очистных сооружений и т.д.) на предприятиях Госкомнефтепродукта РСФСР сопровождается выделением в атмосферу паров нефтепродуктов, состоящих в основной своей массе из углеводородов. При эксплуатации котельных вместе с дымовыми газами в атмосферу попадают оксиды азота, углерода, серы, взвешенные вещества (твердые частицы).

Настоящая методика предназначена для оказания помощи работникам предприятий по определению количества и состава выбросов при проведении инвентаризации источников выброса загрязняющих веществ в атмосферу, результаты которой используются при разработке норм предельно допустимых выбросов этих веществ.

1. ИСТОЧНИКИ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ

Производственные выбросы в промышленности подразделяются на организованные и неорганизованные.

Организованные выбросы – это выбросы, которые отводятся в атмосферу с помощью специально сооруженных газоходов; к неорганизованным относятся выбросы, которые по условиям производства не объединены в коллекторы для выброса в атмосферу.

Источниками выделения углеводородов в атмосферу являются:

- резервуары для хранения нефтепродуктов;
- железнодорожные и автоцистерны, сливно-наливные устройства для нефтепродуктов;
- бензобаки заправляющихся автомобилей;
- аппаратура и технологическое оборудование, расположенные на открытых площадках;
- помещения, в которых установлены аппараты и технологическое оборудование;
- пруды-отстойники, нефтеловушки и другие объекты.

Выбросы в атмосферу газовоздушной смеси, содержащей углеводороды, происходят через вентиляционные трубы и фонари, дыхательные клапаны, горловины железнодорожных и автомобильных цистерн, бензобаков автомобилей, сальники, пробоотборные устройства, замерные люки, сифонные краны, люки колодцев и т.д.

Источниками выбросов оксидов углерода, серы и азота, а также твердых частиц являются дымовые трубы котельных.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВЫБРАСЫВАЕМЫХ В АТМОСФЕРУ

2.1 При эксплуатации резервуаров

Методика предусматривает определение выбросов углеводородов в атмосферу вследствие испарения нефтепродуктов при приеме, хранении и отпуске их из резервуаров, оборудованных в соответствии с Правилами /1/.

Максимальный выброс (М, метров в секунду), величина которого используется в расчетах норм предельно допустимого или временно согласованного выброса (ПДВ или ВСВ), имеет место в наиболее жаркий месяц года при приеме нефтепродуктов в резервуары. Он определен по формуле:

$$M = V \cdot C, \qquad (1)$$

где V – объем газовоздушной смеси, выбрасываемой из резервуара в единицу времени во время закачки, м³/с; принимается равным производительности закачки, определяемой исходя из объема принятого в резервуар нефтепродукта и продолжительности закачки;

С – максимальная концентрация углеводородов в выбросах, г/м³. Методика определения концентрации углеводородов приведена в приложении.

Количество углеводородов, выбрасываемых в атмосферу за год (G, тонн в год) из одного резервуара или группы резервуаров, объединенных в один источник, определяется суммированием потерь нефтепродуктов в весенне-летний (Gвл.) и осенне-зимний (Gоз.) периоды, рассчитываемых по «Нормам естественной убыли нефтепродуктов при приеме, хранении, отпуске и трансформировании», утвержденным постановлением Госснаба СССР №40 от 26.03.86 года.

$$G = G_{вл.} + G_{оз.} \qquad (2)$$

Для нефтепродуктов 1 и 2 группы выброс за каждый период года определяется по формуле:

$$G_{вл.(оз)} = (n_1 + n_2 + n_3 \cdot \tau) \cdot G_н \cdot 10^{-3} \qquad (3),$$

где n_1 и n_2 – нормы естественной убыли нефтепродуктов, соответственно, при приеме в резервуары и хранении до одного месяца для соответствующих зоны и периода года, кг/т;

n_3 - нормы естественной убыли нефтепродуктов при хранении свыше 1 месяца для соответствующих зоны и периода года, кг/т·мес;

τ – продолжительность хранения за вычетом 1 месяца, мес.

Если продолжительность хранения нефтепродуктов менее 1 месяца, норма n_3 не учитывается;

Gн – количество нефтепродукта, принятого в резервуары за соответствующий период года, тонн.

Для остальных нефтепродуктов (3,4,5,6 групп):

$$G_{вл.(оз)} = (n_4 + n_3 \cdot \tau) \cdot G_н \cdot 10^{-3} \qquad (4),$$

где n_4 – норма естественной убыли нефтепродуктов при приеме и хранении до одного месяца для соответствующих зон и периода года, кг/т;

Остальные обозначение те же, что в (3).

Для нефтепродуктов 5,6 групп $n_3 = 0$.

Пример. Рассчитать выбросы углеводородов от двух источников предприятия по обеспечению нефтепродуктами, расположенного в южной климатической зоне. Один источник представляет собой группу из четырех резервуаров с автомобильными бензинами вместимостью 5000 м³ каждый, два из которых оборудованы понтонами. Второй – группа из двух резервуаров вместимостью 5000 м³ каждый – с мазутами.

В весенне-летний период принято бензина 100000 м³, в осенне-зимний - 70000 м³. Из них в резервуары, оборудованные понтонами, соответственно 60000 м³ и 45000 м³.

Мазута в весенне-летний период принято 300000 м³, в осенне-зимний – 200000 м³.

Средняя плотность указанных нефтепродуктов, соответственно, 0,72 и 0,95 т/м³.

По результатам измерений производительность закачки указанных нефтепродуктов в резервуар составляет 400 м³/ч. Концентрация углеводородов в выбросах при закачке в наиболее жаркий период года: из резервуара с бензином без понтона – 1600 г/м³; с понтоном – 400 г/м³; из резервуара с мазутом – 2 г/м³.

Расчет.

Объем газовоздушной смеси, выбрасываемой из резервуара в единицу времени при закачке нефтепродуктов

$$V = \frac{V_н}{\tau}; \quad V = \frac{400}{3600} = 0{,}11 \text{ м}^3/\text{с}$$

Максимальный выброс углеводородов из резервуаров с бензинами составит:

- без понтона $M_1 \cdot 1600 = 176$ г/с;
- с понтоном $M_2 \cdot 400 = 44$ г/с;
- с мазутом $M_3 \cdot 2 = 0{,}22$ г/с.

Оборачиваемость резервуаров с бензинами:

без понтона в весенне-летний период, что соответствует длительности хранения 1,5 мес; в осенне-зимний период; длительность хранения 2,4 мес;

с понтоном в весенне-летний период, что соответствует длительности хранения 1 мес; в осенне-зимний период или длительность хранения 1,33 мес.

Нормы естественной убыли автомобильного бензина при приеме в наземный резервуар вместимостью более 2000 м³ для климатической зоны $n_2 = 0{,}27$ кг/т в весенне-летний период и 0,17 кг/т в осенне-зимний; при хранении до одного месяца в тех же условиях $n_2 = 0{,}48$ кг/т и 0,15 кг/т; при хранении свыше одного месяца $n_3 = 0{,}46$ кг/т.мес. и 0,13 кг/т.мес.

Для резервуара с понтоном, соответственно, $n_1 = 0{,}14$ кг/т и 0,06 кг/т; $n_2 = 0{,}11$ кг/т и 0,05 кг/т; при хранении свыше одного месяца $n_3 = 0{,}46$ кг/т.мес. и 0,13 кг/т.мес.

Годовой выброс углеводородов в атмосферу из резервуаров с бензинами составит:

$$G_1 = [(0{,}27 + 0{,}48 + 0{,}46 \cdot 0{,}5) \cdot 0{,}72 \cdot 40000 + (0{,}14 + 0{,}11) \cdot 0{,}72 \cdot 60000 + (0{,}17 + 0{,}15 + 0{,}13 \cdot 1{,}4) \cdot 0{,}72 \cdot 25000 + (0{,}06 + 0{,}05 + 0{,}05 \cdot 0{,}33) \cdot 0{,}72 \cdot 45000] \cdot 10^{-3} = 52{,}2 \text{ т/год.}$$

Норма естественной убыли мазута при приеме и хранении до одного месяца в наземном резервуаре для 3 климатической зоны в весенне-летний и осенне-зимний периоды $M_3 = 0{,}12$ кг/т.

Годовой выброс углеводородов из резервуаров с мазутом составит:

$$G_2 = (300000 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}12 + 200000 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}12) \cdot 10^{-3} = 57 \text{ тонн/год.}$$

2.2. При наливе в транспортные средства

Налив нефтепродуктов осуществляется в железнодорожные, автомобильные цистерны, в морские и речные суда.

Максимальный выброс углеводородов при наливе в транспортные средства всех видов нефтепродуктов определяется по формуле (1).

Годовой выброс углеводородов при заполнении транспортных средств нефтепродуктами 1,2,3,4 групп определяется в соответствии с «Нормами естественной убыли нефтепродуктов при отпуске в транспортные средства» (2).

$$G = (n_1 \cdot G_{вл.} + n_2 \cdot G_{оз.}) \cdot 10^{-3} \quad (5),$$

где n_1 и n_2 – нормы естественной убыли нефтепродуктов, соответственно, в весенне-летний и осенне-зимний периоды для соответствующей зоны, кг/т;

Количество углеводородов, выбрасываемых в атмосферу при заполнении транспортных средств нефтепродуктами 5 и 6 групп определяется по формуле:

$$G = V_{год} \cdot q_t, \quad (1)$$

где $V_{год}$ – объем нефтепродукта, отгруженного в транспортные средства в течение года, м³;

q_t – удельные потери углеводородов в атмосферу при отпуске 1 м³ продукта при его среднегодовой температуре, т/ м³, принимается по табл. 1.

Таблица 1

Удельные потери углеводородов при закачке нефтепродуктов

Нефтепродукты	$q_t \cdot 10^{-6}$ (т/ м³) при температуре, °С		
	25	50	75
Дизельное топливо [x]	20	47	74
Мазут	16	38	60
Масло	4	9	14

[x] кроме топлива дизельного «Зимнего» и «Арктического».

Пример. Предприятие по обеспечению нефтепродуктами расположена в 3 климатической зоне. Определить максимальный и годовой выброс углеводородов при наливе железнодорожных цистерн, если за год отгружено 60000 м³ автобензинов, в том числе в осенне-зимний период 20000 м³; мазута – 100000 м³.

Производительность закачки цистерн бензинами 200 м³/ч, мазутом - 400 м³/ч.

Максимальная концентрация углеводородов в выбросах газовоздушной смеси при наливе бензина составляет 750 г/м³, мазута – 1,8 г/м³.

Среднегодовая температура мазута 50 °С.

Расчет.

Объем газовоздушной смеси, выбрасываемой из железнодорожных цистерн в единицу времени при закачке:

бензина $V_б = \frac{200}{3600} = 0{,}056$ м³/с

мазута $V_м = \frac{400}{3600} = 0{,}11$ м³/с.

Максимальный выброс углеводородов при закачке составит:

бензина $M_б = 0{,}056 \cdot 750 = 41{,}67$ г/с

мазута $M_м = 0{,}11 \cdot 1{,}8 = 0{,}198$ г/с.

Норма естественной убыли автобензина при наливе в железнодорожные цистерны в весенне-летний период составляет 0,21 кг/т, в осенне-зимний – 0,13 кг/т.

Удельные потери мазута при 50 °С составляют $38 \cdot 10^{-6}$ т/ м³.

Годовые выбросы углеводородов при отпуске

бензинов – $G_б$ =(0,21 · 40000 · 0,72 + 0,13 ·20000 · 0,72) = 7,92 тонн/год,
мазута – $G_м$ = 100000 · 38 · 10^{-6} = 3,8 тонн/год.

2.3. От испарения с открытых поверхностей земляных амбаров для мазута

Максимальный выброс углеводородов, грамм в секунду, с поверхности испарения земляного амбара определяется по формуле:

$$M = \frac{n \cdot F}{2592} \qquad (7)$$

где n – норма естественной убыли мазута в весенне-летний период для соответствующей климатической зоны, кг/м^2 в месяц;

F – площадь испарения поверхности м^2;

2592 – коэффициент перевода кг/мес. в г/с.

Годовое количество углеводородов, выбрасываемых в атмосферу, тонн/год, определяется в соответствии с «Нормами естественной убыли мазута при приеме, отпуске, хранении в открытых земляных амбарах».

$$G = (n_1 + n_2) \cdot 6F \cdot 10^{-3}, \qquad (8)$$

где n_1 и n_2 – нормы естественной убыли, соответственно, в весенне-летний и осенне-зимний периоды, кг/ м^2· месяц;

6 – количество месяцев в каждом периоде года.

Пример. Определить выбросы углеводородов в атмосферу при хранении мазута в открытом земляном амбаре в 3 климатической зоне, если поверхность испарения составляет F=5000 м^2.

Расчет.

Нормы естественной убыли мазута при приеме, отпуске и хранении в открытом земляном амбаре в 3 климатической зоне в весенне-летний период составляет 2,88 кг/м^2 в месяц, в осенне-зимний – 2,16 кг/м^2 в месяц.

Максимальный выброс определяем по формуле (7)

$$M = \frac{2{,}88 \cdot 5000}{2592} = 6{,}27 \text{ г/с} \qquad (7)$$

Годовой выброс углеводородов составит:

G_2 = (2,16 + 2,88) · 6 · 5000 · 10^{-3} = 151,2 тонн/год

2.4. Из производственных помещений

Выброс углеводородов при работе размещенного в производственных помещениях технологического оборудования и аппаратуры осуществляется системами механической и естественной вентиляции.

Максимальный выброс углеводородов из производственного помещения определяется по формуле (1).

Количество углеводородов, тонн в год, выбрасываемых вентиляцией, определяется по формуле:

$$G = Q \cdot (X_{рз} - X_{пр}) \cdot \tau \cdot 10^{-9}, \qquad (9)$$

где Q – производительность вентиляционной установки, м^3/ ч; принимается по паспорту на установку или может быть рассчитана по формуле Q=3600 · W · F, здесь W-средняя скорость движения воздушного потока, м/с (измеряется анемометром);

F – площадь сечения отверстия, через которое проходит воздух, м^2;

$X_{рз}$ – концентрация вредного вещества в рабочей зоне помещения, мг/м³. Пробы для определения средней концентрации углеводородов должны отбираться при медленном движении пробоотборщика по помещению между оборудованием. Воздухозаборный патрубок должен находиться на высоте 1-1,5 м от пола и на расстоянии не менее 0,5-0,8 м от места возможного выделения газа. В каждом помещении следует отбирать три-четыре пробы. Концентрация углеводородов может быть определена газоанализаторами УГ-2 или ТГ-5, согласно инструкциям к данным приборам;

$X_{рз}$ – концентрация углеводородов в приточном воздухе, мг/м³.

Пробы отбираются из воздухораспределительных патрубков (не менее двух проб на каждую вентиляционную установку);

τ - время работы установки в течение года, ч.

Пример. Определить количество углеводородов, выбрасываемых в атмосферу из помещения, если производительность вентиляционной установки 3000 м³/ч, время работы установки 7 часов, концентрация углеводородов в рабочей зоне помещения 30,2 мг/ м³, концентрация углеводородов в приточном воздухе 1,4 мг/ м³, установка работала в течение 300 суток в году.

Объем газовоздушной смеси, выбрасываемой вентиляционной установкой в единицу времени, составляет $\frac{3000}{3600} = 0{,}83$ м³/с.

Максимальный выброс M = 0,83 · 0,0302 = 0,025 г/с.

Годовой выброс углеводородов из помещения составит:

$$G = 3000 \cdot (30{,}2 - 1{,}4) \cdot 7 \cdot 10^{-9} \cdot 300 = 0{,}18 \text{ тонн/год}$$

2.5. От открытых поверхностей объектов очистных сооружений

Выброс углеводородов от открытых поверхностей нефтеловушек, прудов дополнительного отстоя и т.п. происходит при наличии пленки нефтепродуктов на поверхности находящихся в них производственно-дождевых сточных вод.

Количество углеводородов, выделяющихся в атмосферу, рассчитывается исходя из состава испаряющейся углеводородной смеси, определяемого экспериментально по результатам разгонки находящегося на поверхности нефтепродукта (3).

Нефтепродукт нефтеловушек и прудов-отстойников разгоняется на фракции, которые идентифицируются как индивидуальные углеводороды следующим образом:

Температура разгонки, °С	Углеводород	Температура разгонки, °С	Углеводород
28-60	н-Пентан	140-180	н-Декан
60-100	н-Гептан	180-250	Нафталин
100-140	н-Октан	250-500	Антрацен
			Неиспарившийся остаток

Количество испаряющихся углеводородов (в г/м²·ч) определяют по эмпирической формуле:

$$q = \sum_{i=1}^{i=N} (40{,}35 + 30{,}75 \cdot \nu) \cdot 10^{-3} \cdot P_{st} \cdot x_i \sqrt{Mi}\,, \qquad (10)$$

где n – число фракций;

υ– скорость ветра на высоте 20 см над поверхностью, м/с; измеряется ручным крыльчатым анемометром типа АСО-3;

P_{st} – давление насыщенных паров каждой фракции (углеводородов), Па;

x_i – мольная доза i–й фракции в испаряющейся углеводородной смеси; определяется по результатам лабораторной разгонки;

M_i – молярная масса i –й фракции (углеводорода).

Таблица 2

Давление насыщенных паров углеводородов, Па

Температура, °С	Углеводороды					
	н-Пентан	н-Гептан	н-Октан	н-Декан	Нафталин	Антрацен
-30	5098	174	31,5	-	-	-
-20	9021	386	78,9	-	-	-
10	15264	789	179,6	8,6	-	-
0	24403	1512	380,4	22,9	0,47	-
10	37747	2737	748,8	54,4	2,05	-
20	56411	4712	1391,2	119,7	7,28	-
25	68161	6079	1859,3	-	-	-
30	81770	7763	2453,8	244,7	21,81	-
40	-	12302	4136,3	473,5	56,92	-
100	-	-	-	-	-	1,65

Давление насыщенных паров определяют по табл. 2 или по формуле:

$$\lg P = 2{,}1239 + A\frac{B}{C+t} \qquad (11)$$

где А, В, С – эмпирические коэффициенты, характерные для каждого углеводорода в определенных пределах температур; принимаются по табл.3;

t - температура, °С

Таблица 3

Значение коэффициентов А.В.С

Углеводород	А	В	С	Пределы температур, °С	
				Нижний	Верхний
н-Пентан	6,87372	1075,816	233,359	-30	+120
н-Гептан	6,90027	1266,871	216,757	-60	+160
н-Октан	6,92374	1355,126	209,517	-40	+220
н-Декан	6,95367	1501,268	194,480	-29,7	+260
Нафталин	5,80990	978,660	118,390	0	+80,3
Антрацен	11,83450	4965,300	267,690	-100	+216,1

Для определения годового выброса паров углеводородов с открытой поверхности объектов очистных сооружений расчет ведется по среднегодовой температуре воздуха.

Количество выбрасываемых в атмосферу углеводородов в течение года (тонн/год) будет:

$$G_1 = 8{,}76 \cdot q \cdot F \cdot 10^{-3}, \qquad (12)$$

где F – поверхность испарения, м².

Максимальный выброс (грамм в секунду) определяется исходя из среднего значения количества углеводородов, испаряющихся с 1 м² поверхности в летний период; выброс рассчитывают для дневных и ночных температур воздуха:

$$q_{ср} = \frac{q_{дн} \cdot \tau_{дн} + q_{н} \cdot \tau_{н}}{24} \qquad (13)$$

где $q_{дн}$. $q_н$ – количество испаряющихся углеводородов, соответственно, в дневное и ночное время, г/м²ч; определяется по формуле (10):

$\tau_{дн}$. $\tau_н$ – соответственно, число дневных и ночных часов.

$$M = \frac{q_{ср} \cdot F}{3600} \qquad (14)$$

Если нефтеловушку закрыть шифером или другим материалом, то в зависимости от закрытой поверхности выброс будет уменьшаться (табл. 4)

Таблица 4

Значение коэффициента снижения выброса К в зависимости от величины поверхности испарения

Закрытая поверхность, %	Коэффициент К=Мзак/М	Закрытая поверхность, %	Коэффициент К=Мзак/М
0	1,00	55	0,68
10	0,96	60	0,63
15	0,94	65	0,57
20	0,91	70	0,50
25	0,88	75	0,42
30	0,85	80	0,36
35	0,82	85	0,28
40	0,79	90	0,21
45	0,76	95	0,15
50	0,72	100	0,10

Пример. Определить выброс углеводородов в атмосферу с поверхности нефтеловушки площадью F = 135 м². Среднегодовая температура воздуха 10 °С; температура воздуха в летний период: дневная 20 °С, ночная 10 °С.

Число дневных часов $\tau_{дн}$.= 16ч, ночных $\tau_н$ = 8ч. Скорость ветра на высоте 20 см над поверхностью υ = 05 м/с.

Таблица 5

Состав ловушечного продукта

Температура выкипания фракций, °С	Углеводороды, по которым идентифицируются фракции	Средняя молярная масса, Mi	Содержание каждой фракции Ci, % (по массе)	Количество молей каждой фракции mi = Ci/Mi	Мольная доля $x_i = mi/\sum mi$	Давление насыщенных паров фракций (в Па) при температуре, °С	
						10	20
140-180	Декан	142	6,56	0,046	0,081	54,5	119,7
180-250	Нафталин	128	12,52	0,098	0,172	1,33	6,65
250-300	Антрацен	178	35,59	0,199	0,349	-	-
Остаток	-	200	45,33	0,227	0,398	-	-

Расчет.

Количество паров углеводородов, испаряющихся с 1м² поверхности при среднегодовой температуре воздуха:

$q = (40{,}35 + 30{,}75 \cdot 0{,}5) \cdot 10^{-3} \cdot (54{,}5 \cdot 0{,}081 \cdot \sqrt{142} + 1{,}33 \cdot 0{,}172 \cdot \sqrt{128}) = 3{,}076$ г/(м²·ч)

Выброс $M = 8{,}76 \cdot 3{,}076 \cdot 135 \cdot 10^{-3} = 3{,}64$ тонн/год

Для определения максимального выброса находим:

$q_{дн} = (40{,}35 + 30{,}75 \cdot 0{,}5) \cdot 10^{-3} \cdot (119{,}7 \cdot 0{,}081 \cdot \sqrt{142} + + 6{,}65 \cdot 0{,}172 \cdot \sqrt{128}) = 7{,}161$ г/(м²·ч)

$q_{н} = (40{,}35 + 30{,}75 \cdot 0{,}5) \cdot 10^{-3} \cdot (54{,}5 \cdot 0{,}081 \cdot \sqrt{142} + 1{,}33 \cdot 0{,}172 \cdot \sqrt{128}) = 3{,}076$ г/(м²·ч)

$$q_{ср} = \frac{7{,}161 \cdot 16 + 3{,}076 \cdot 8}{24} = 5{,}799 \text{ г/м}^2\cdot\text{ч}$$

$$M_{max} = \frac{5{,}799 \cdot 135}{3600} = 0{,}216 \text{ г/с}$$

Если ловушку закрыть на 95% шифером, выброс $M_{зак} = K \cdot M$ По таблице 4 коэффициент $K = 0{,}15$, тогда:

$M_{зак} = 0{,}15 \cdot 3{,}64 = 0{,}546$ тонн/год;

$M_{зак\ max} = 0{,}15 \cdot 0{,}216 = 0{,}032$ г/с.

Ориентировочные данные о количестве углеводородов, испаряющихся с 1м² открытой поверхности при различных температурах и скорости ветра 0,5 м/с, следующие:

Температура, °С	По нефтеловушке открытой, г/м²·ч	По пруду-отстойнику, г/м²·ч
0	1,294	0,053
10	3,158	0,236
20	7,267	0,840
30	15,603	2,519
40	31,790	6,576

2.6. От автозаправочных и автогазонаполнительных станций

2.6.1. Выбросы автозаправочных станций

Основными источниками выброса углеводородов на АЗС являются резервуары для нефтепродуктов и бензобаки заправляющихся автомобилей.

Максимальный выброс из указанных источников рассчитывается по формуле 1.

Годовой выброс углеводородов определяется исходя из норм естественной убыли, которые учитывают потери нефтепродуктов при приеме, хранении и отпуске, по формуле 5.

Пример. Рассчитать выбросы в атмосферу от АЗС, предназначенной для заправки нефтепродуктами 500 автомобилей в сутки. АЗС расположена в 3 климатической зоне. Годовая реализация нефтепродуктов составляет 7000 тонн. Из них 700 тонн – дизельное топливо. Время слива бензина в резервуар из автоцистерны вместимостью 4 м³ - 15 минут. Производительность топливораздаточной колонки при заправке автомобилей – 40 л/мин.

Концентрация углеводородов в выбросах газовоздушной смеси при заполнении резервуара – 200 г/м³, бензобака автомобиля – 300 г/ м³.

Максимальные выбросы углеводородов происходят при сливе бензина в резервуар и заправке бензобака автомобиля и определяются по формуле 1.

Выбросы составят:

при заполнении резервуара бензином:

$M_1 = 0{,}004 \cdot 200 = 0{,}89$ г/с;

При наполнении бензобака автомобиля бензином:

$M_2 = 0{,}006 \cdot 300 = 0{,}18$ г/с.

Количество углеводородов, выбрасываемых в атмосферу источниками АЗС за год, определяется по формуле 5.

Норма естественной убыли автомобильного бензина при приеме, хранении и отпуске на автозаправочных станциях для 3 климатической зоны составляет n_1 = 0,48 кг/т в осенне-зимний период и n_2 = 0,56 кг/т в весенне-летний, дизельного топлива, соответственно, n_1 = 0,02 кг/т и n_2 = 0,02 кг/т.

Годовой выброс углеводородов составит:

$G = [3150(0,48+0,56)+700 \cdot 0,02] \cdot 10^{-3} = 3,29$ тонн/год

2.6.2. Выбросы автогазонаполнительных станций

На автогазонаполнительных станциях (АГНС) автомобили в основном заправляются сжиженным углеводородным газом, представляющим собой смесь пропана и бутана. На некоторых АГНС в качестве топлива для заправки используется сжатый природный газ, состоящий в основном из метана.

Процессы приема сжатого и сжиженного газа в резервуары станции и заправки транспортных средств герметизированы.

Технологический сброс паровой фазы от продувочных свечей и баллонов заправляющихся транспортных средств предусматривается в емкость. Максимальное давление в системе ограничивается установкой предохранительных клапанов, настраиваемых на срабатывание при давлении 1,7 Мпа.

Из-за высокого теплового расширения жидкой фазы сжиженного газа степень заполнения резервуаров ограничивается (не более 85 % вместимости).

Поэтому основными источниками загрязнения атмосферы углеводородами являются возможные негерметичности насосного оборудования, испарителей, утечки газа при заполнении баллонов автомобилей и сливе сжиженного газа в резервуары.

2.6.2.1 Выбросы от насосного оборудования и испарителей

Величины выбросов углеводородов от единицы насосного и компрессорного оборудования, теплообменной аппаратуры приведены в табл. 6 /3/.

Таблица 6

Выбросы углеводородов в атмосферу от различного оборудования

Наименование оборудования	Величина выброса, кг/ч на единицу оборудования
Кожухотрубный теплообменник:	
Трубное пространство	0,20
Межтрубное пространство	0,20
Насосы центробежные с одним уплотнением вала:	
Торцевое	0,08
Сальниковое	0,14
Насосы центробежные с двумя уплотнениями вала:	
Торцевое	0,14
Сальниковое	0,26
Насосы центробежные с двойными уплотнениями или бессальникового типа ЦНГ	0,02
Компрессоры центробежные	0,12
Компрессоры поршневые	0,25

С учетом этого максимальный выброс углеводородов (пропан + бутан), грамм в секунду, составит:

$$M = \frac{П \cdot n}{3{,}6},$$

где П – выброс газа от единицы оборудования, кг/ч;

n – число единиц одновременно работающего оборудования (насосов, компрессоров и т.п.), шт.

Годовой выброс углеводородов в атмосферу, тонн в год, определяется по формуле:

$$G = \sum_{i=1}^{n} П_i \cdot \tau_i \cdot 10^{-3}, \qquad (16)$$

где τ_i – количество часов работы каждой единицы оборудования в течение года.

2.6.2.2. Выбросы при заправке баллонов автомобилей и при сливе цистерн

Во время заправки баллонов автомобилей выброс газа может иметь место из крана баллона, контролирующего перелив.

При сливе цистерн в резервуары возможен выброс газа в атмосферу от продувки шлангов.

Мощность выброса, грамм в секунду, определяется по формуле:

$$M = \mu \cdot \rho \cdot n \cdot F \sqrt{2gH} \cdot 10^{3}, \qquad (17)$$

где μ – коэффициент истечения газа, μ = 0,62;

ρ – плотность газа при температуре воздуха, кг/м ^{3};

n – количество одновременно заправляемых баллонов или сливаемых цистерн, шт.;

F – площадь сечения выходного отверстия, м^2;

g – ускорение свободного падения, g = 9,8 м/сек^2;

H – напор, под которым газ выходит из отверстия, соответственно, давление в баллоне или на выбросе из продувочной свечи, м. вод. ст.

Для определения годового выброса, тонн в год, используется формула:

$$G = \sum_{i=1}^{n} \frac{Mi \cdot \tau_i}{n} \cdot N \cdot 10^{-6}, \qquad (18)$$

где τ_i – время истечения газа из контрольного крана баллона или из продувочной свечи, с;

N – общее количество заправленных баллонов или слитых цистерн в течение года, шт.

Пример. Рассчитать выбросы в атмосферу от автомобильной газозаправочной станции, предназначенной для заправки автомобилей сжиженными газами (СГУ). Станция рассчитана на заправку 600 автомобилей в сутки.

Основными объектами АГНС являются:

резервуары для хранения газовой смеси вместимостью 25 м^3	- 4 шт.
насосы НЧ – 5 /170	- 3 шт.
испарители	- 2 шт.
колонки для слива СУГ из автоцистерн	- 2 шт.
колонки для наполнения СУГ баллонов автомашин	- 4 шт.

Для заправки используется газовая смесь бутан-пропан с содержанием пропана до 50%.

Определяем величины выбросов углеводородов от оборудования АГНС.

1. Выбросы от насосного оборудования и испарителей

Максимальный выброс углеводородов (бутан-пропан), грамм в секунду, определяется по формуле 15.

Согласно табл. 6, выброс газа от единицы оборудования составит для центробежного насоса с одним торцевым уплотнением 0,08 кг/ч, испарителя – 0,2 кг/ч.

Количество работающих насосов – 2 шт., испарителей – 2 шт.

$$M = \frac{0,08 \cdot 2 + 0,2 \cdot 2}{3,6} = 0,156 \text{ г/с}$$

Годовой выброс углеводородов при круглосуточной работе оборудования определяется по формуле 16 и составит:

$G = (0,08 \cdot 2 + 0,2 \cdot 2) \cdot 8760 \cdot 10^{-3} = 4,9$ тонн/год

2. Выброс при заправке баллонов автомобилей и сливе цистерн

Максимальный выброс углеводородов при заправке баллонов автомобилей и сливе автоцистерн определяется по формуле 17.

При заправке баллонов диаметр отверстия крана, контролирующего перелив, d = 4 мм = 0,004 м, напор. Н = 102 м. вод. ст. Плотность бутана 2,703 кг/м ^{3}, плотность пропана 2,019 кг/м ^{3}. Количество одновременно заправляющихся баллонов – 4 шт.

$$Мб = 0,62 \cdot (2,019 \cdot 0,5 + 2,703 \cdot 0,5) \cdot 4 \cdot 12,56 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 102} \cdot 10^{3} = 3,29 \text{ г/с}.$$

При сливе автоцистерн выброс газа производится через продувочную свечу d = 25 мм = 0,025 м с напором Н = 140 м. вод. ст. Слив производится из одной цистерны.

$$M = 0,62 \cdot (2,019 \cdot 0,5 + 2,703 \cdot 0,5) \cdot 0,625 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 140} \cdot 10^{3} = 47,9 \text{ г/с}.$$

Годовой выброс определяется по формуле (18).

Количество баллонов, заправляющихся в сутки, 600; время истечения газа из баллона 4 секунды.

Количество сливающихся цистерн в сутки – 4, время продувки шланга – 3,3 секунды.

$$G б = \frac{3,29 \cdot 4 \cdot 219000 \cdot 10^{-6}}{4} = 0,72 \text{ т/год}$$

$G м = 47,9 \cdot 3,3 \cdot 1460 \cdot 10^{-6} = 0,23$ т/год

Общий выброс углеводородов за год по АГНС составит:

Gобщ = 4,9 + 0,72 + 0,23 = 5,85 т/год

2.7. При сжигании топлива в котлах производительностью до 30 тонн/год

Котельные предприятий по обеспечению нефтепродуктами работают на жидком и газообразном топливе. Они являются источниками выбросов в атмосферу оксидов серы, углерода, азота, твердых частиц.

Величина выбросов этих веществ, тонн в год, определяется по годовому расходу топлива при средних качественных характеристиках каждого из сжигаемых видов топлива и по среднеэксплуатационной нагрузке котлов /3/.

Максимальный выброс, грамм в секунду, определяется по максимальной нагрузке, приходящейся на данный объект нормирования, при максимальном потреблении наиболее загрязняющего вида топлива. Расчет выбросов на частичные нагрузки и различные сочетания сжигаемых видов топлива не проводится.

2.7.1. Определение оксидов серы

Выбросы в атмосферу оксидов серы в пересчете на SO_2 в единицу времени (тонн/год/, т/ч, г/с) рассчитываются по формуле:

$$G_{SO_2} = 0{,}02\ B \cdot S^r (I - \eta'_{SO_2})(I - \eta''_{SO_2}), \qquad (23)$$

где B – расход жидкого (тонн/год, т/ч, г/с) и газообразного (тыс. м³/год, тыс. м³/ч, л/с) топлив;

S^r – содержание серы в топливе (в процентах для жидкого топлива и в мг/м³ - для газообразного).

При расчете годового выброса, тонн в год, определяется усредненная сернистость топлива за рассматриваемый период

$$S^r = \frac{S_1 \cdot B_1 + S_2 \cdot B_2 + Sn \cdot Bn}{B_1 + B_2 + Bn}, \qquad (24)$$

где S_1, S_2,...Sn – содержание серы в используемом топливе, % (по данным лаборатории или сертификату);

B_1, B_2,...Bn – расходы топлива, которым соответствуют S_1, S_2,...Sn.

Величина максимального выброса определяется при потреблении наиболее загрязненного вида топлива (при использовании мазута различной сернистости S – 1,8%, 2,1%, 2,5%, 0,9% расчет ведется по мазуту с содержанием серы 2,5%).

η'_{SO2} - доля оксидов серы, связанных летучей золой топлива.

Принимается равной для мазута $\eta'_{SO2} = 0{,}02$, для газа – $\eta'_{SO2} = 0$; η''_{SO2} – доля оксидов серы, улавливаемых в золоуловителе. Для сухих золоуловителей принимается равной 0, для мокрых – в зависимости от щелочности орошающей воды (8).

При наличии в топливе сероводорода расчет выбросов дополнительного количества оксидов серы в пересчете на SO_2 ведется по формуле:

$$G_{SO2} = 1{,}88 \cdot 10^{-2} (H_2S)\ B, \qquad (25)$$

где (H_2S) - содержание сероводорода в топливе, %.

2.7.2. Определение оксида углерода

Выбросы оксида углерода в единицу времени рассчитываются по формуле:

$$G_{CO} = 0{,}001\ C_{CO} \cdot B \cdot (I - \frac{q_4}{100})\ B, \qquad (26)$$

где B – расход жидкого (тонн/год, тыс. м³/год, г/с, л/с);

C_{CO} – выход оксида углерода при сжигании топлива (кг/т, кг/тыс. м³ топлива) и рассчитывается по формуле:

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_i^r, \qquad (27)$$

где q_3 – потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, %. При отсутствии эксплуатационных данных принимается по табл. 6.

Таблица 6

Значения величин α, q_3, q_4 в зависимости то вида топлива

Топливо	α	q_3	q_4
Мазут	1,1	0,5	0,0
Газ (природный, попутный)	1,1	0,5	0,0

R – коэффициент, учитывающий потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленной наличием в продуктах сгорания оксида углерода. Для твердых топлив R = 1, для газообразных R = 0,5, для мазута R = 0,68;

Q_i^r – низшая теплота сгорания натурального топлива (МДж/кг, МДж/м³) принимается по таблице 7.

Таблица 7

Характеристика топлив (при нормальных условиях)

Наименование	W^r,%	A^r,%	S^r, %	Q_i^r, МДж/кг	V_r^o, м³/кг
Дрова	40	0,6	-	10,24	3,75
Мазут малосернистый	3,0	0,1	0,5	40,30	11,48
сернистый	3,0	0,1	1,9	39,85	11,28
высокосернистый	3,0	0,1	4,1	38,89	10,90
Стабилизированная нефть	-	0,1	12,9	39,90	11,35
Дизельное топливо	-	0,025	0,3	42,75	-
Солярное масло	-	0,02	0,3	42,46	-
Моторное топливо	-	0,05	0,4	41,19	-
Природный газ из газопроводов: Саратов-Москва	-	-	-	35,80	-
Саратов-Горький	-	-	-	36,13	-
Ставрополь-Москва	-	-	-	36,00	-
Серпухов-Ленинград	-	-	-	37,43	-
Брянск-Москва	-	-	-	37,30	-
Промысловка -Астрахань	-	-	-	35,04	-
Ставрополь-Невинномысск-Грозный	-	-	-	35,63	-
Уренгой-Поморы-Ужгород	-	-	-	41,75	-

где q_4 – потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания топлива, %. При отсутствии эксплуатационных данных принимается по табл. 6.

Ориентировочная оценка выброса оксида углерода может проводиться по формуле:

$$G_{CO} = 0{,}001 \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{CO} \cdot R \left(I - \frac{q_4}{100}\right), \qquad (26)$$

где K_{CO} – количество оксидов углерода на единицу теплоты, выделяющейся при горении топлива, кг/Дж, принимается по табл. 8.

Таблица 8

Значение коэффициентов λ и K_{CO} в зависимости от типа топки и топлива

Тип топки	Топливо	λ	K_{CO}, кг/Дж
Камерные топки: паровые и водогрейные котлы	Мазут	0,010	0,32
	Газ природный, попутный, коксовый	-	0,25
бытовые теплогенераторы	Газ природный	-	0,08
	Легкое жидкое (печное топливо)	0,010	0,16

2.7.3. Определение оксидов азота

Количество оксидов азота (в пересчете на NO_2), выбрасываемых в единицу времени, рассчитывается по формуле:

$$G_{NO_2} = 0{,}001 \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2} \cdot (I - \beta), \qquad (29)$$

где В – расход натурального топлива за рассматриваемый период времени (тонн/год, тыс. м³/год, г/с, л/с);

Q_i^r - теплота сгорания натурального топлива, МДж/ кг или МДж/м³

β – коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов оксида азота в результате применения технических решений.

В настоящее время принимается равным 0 (8);

K_{NO_2} – параметр, характеризующий количество оксида азота, образующегося на 1 ГДж тепла (кг/ГДж).

Значение K_{NO_2} определяется по графику (рис.2) для различных типов котлов в зависимости от номинальной нагрузки котлоагрегатов. При нагрузке котла отличающейся от номинальной, K_{NO_2} следует умножить на $\left(\frac{Q_ф}{Q_н}\right)^{0,25}$ или $\left(\frac{Д_ф}{Д_н}\right)^{0,25}$, где $Q_ф$, $Q_н$ - соответственно, фактическая и номинальная мощность, КВт; $Д_ф$, $Д_н$ - соответственно, фактическая и номинальная паропроизводительность, т/ч.

Если известно содержание оксидов азота в дымовых газах, то выброс определяют по формуле:

$$G_{NO_2} = 20,4 \cdot C_{NO_2} \cdot V \cdot B \left(I - \frac{q_4}{100}\right), \qquad (30)$$

где C_{NO_2} – известное содержание оксидов азота в дымовых газах, объемные проценты;

V- объем продуктов сгорания топлива, м³/кг.

При известном α (α – коэффициент избытка воздуха, см. табл. 6)

$V = V_0 \cdot \alpha$; V_0 определяется по табл. 8;

В – расход топлива (тонн/год, тыс. м³/год).

2.7.4. Определение твердых частиц

Выбросы твердых частиц летучей золы и недогоревшего топлива с дымовыми газами котлоагрегатов в единицу времени рассчитываются по формуле:

$$G_{тв} = B \cdot A^r \cdot \lambda (1 - \eta), \qquad (31)$$

где В – расход топлива, тонн/год, г/с;

A^r – зольность топлива, %;

η - доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях;

$$\lambda = \frac{a_{ун}}{100 - Г_{ун}}, \qquad (32)$$

$a_{ун}$ - доля золы топлива в уносе, %;

$Г_{ун}$ - содержание горючего в уносе, %;

Значения A^r, $Г_{ун}$, $a_{ун}$, η принимаются по фактическим средним показателям. При отсутствии этих данных λ – по табл. 8, A^r - по табл. 7.

Пример. Рассчитать величины выбросов вредных веществ с дымовыми газами котельной, работающей на газообразном и жидком топливе. В котельной установлено три

котла ДКВР 6,5/13. расход высокосернистого мазута на 1 котел составляет 689 кг/ч, природного газа – 721 м³/ч.

В отопительный сезон (180 суток) работают одновременно два котла, а в летний период – 1 котел, 50 % времени котлы работают на мазуте, 50 % - на природном газе. Годовой расход топлива при указанном режиме составляет: мазута – 4433 т, газа – 4672 тыс. м³.

Расчет.

Выбросы вредных веществ с дымовыми газами котельной составят:

годовой выброс оксидов серы

$G_{SO2} = 0,02 \cdot 4433 \cdot 3\ (1 - 0,02) \cdot (1 - 0) + 0,02 \cdot 4672 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) = 260,66$ тонн/год.

Согласно паспортным данным для высокосернистого мазута:

$S^r = 3\%$, $\eta'_{SO_2} = 0,02$; $\eta''_{SO_2} = 0$

Для природного газа:

$S^r = 0$, $\eta'_{SO_2} = 0$; $\eta''_{SO_2} = 0$.

Максимальный выброс оксидов серы рассчитывается исходя из максимального количества мазута по паспортным данным в единицу времени (с).

$$M = 0,02 \cdot \frac{2 \cdot 689 \cdot 1000}{3600} \cdot 3\ (1\text{-}0,02)\ (1\text{-}0) = 22,5 \text{ г/с}$$

Оксидов углерода:

По справочным данным для мазута: $q_3 = 0,5$ для природного газа: $q_3 = 0,5$

При этом выброс вредных веществ корректируется в зависимости от технического состояния автомобилей, их среднего возраста, влияния природно-климатических условий.

Масса выброшенного за расчетный период i-го вредного вещества (Hi) в тоннах при наличии в группе автомобилей ч различными типами двигателей внутреннего сгорания (бензиновыми, дизельными, газовыми и др.) определяется по формуле:

$$M_i = \Sigma\ m_i \cdot r_i \cdot n_i \cdot R_i \cdot 10^{-6} \qquad (33)$$

где m_i – удельный выброс вредного вещества автомобилем за расчетный период (включает в себя с учетом картерных выбросов и испарений топлива), г/км;

r_i - пробег автомобиля за расчетный период, км;

n_i - коэффициент влияния среднего возраста парка на выброс вредного вещества автомобилем;

R_i – коэффициент влияния технического состояния автомобиля на выброс вредных веществ.

Удельные выбросы вредных веществ (оксида углерода, углеводородов, оксида азота) для всех групп автомобилей и коэффициенты влияния факторов на выбросы вредных веществ автомобилем приняты постоянными и приведены в таблице 9.

Пример. Рассчитать выбросы вредных веществ автомобильным транспортом предприятия по обеспечению нефтепродуктами по данным, приведенным в табл. 10.

Таблица 10

Исходные данные для расчетов выбросов вредных веществ

Автомобили с двигателями внутреннего сгорания	Количество, шт.	Пробег, км
Грузовые	9	295000
Легковые	6	226000

Автобусы	4	185000
Специальные	16	332000

Выбросы вредных веществ рассчитываются по формуле (33) и составят:

оксидов углерода

M_{CO} = [58,7 · (295000 + 332000) · 1,33 · 1,69 + 54,5 · 185000 · 1,32 · 1,69 + 17,7 · 226000 · 1,28 · 1,63] · 10^{-6} = 113,4 т/год

углеводородов

M_{C} = (12,7 · 627000 · 1,33 · 1,69 + 10,2 · 185000 · 1,32 · 1,69 + 1,93 · 226000 · 1,28 · 1,63) · 10^{-6} = 23,0 т/год

оксидов азота

M_{NO_2} = (7,4 · 627000 · 1,33 · 1,69 + 7,2 · 185000 · 1,32 · 1,69 + 2,47 · 226000 · 1,28 · 1,63) · 10^{-6} = 14,56 т/год

Общий годовой выброс вредных веществ составит:

М общ. = 113,4 + 23,0 + 14,56 = 150,98 т/год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила эксплуатации металлических резервуаров для нефти и нефтепродуктов и руководство по их ремонту – М: Недра, 1988.
2. Нормы естественной убыли нефтепродуктов при приеме, хранении, отпуске и трансформировании – Астрахань, 1986.
3. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами – Л: Гидрометеоиздат, 1986.
4. Агафонов Е.П. Наладка систем промышленной вентиляции – М: Стройиздат, 1978.
5. Плитман Н.Б. Справочное пособие для работников автозаправочных и автогазанаполнительных станций- М: Недра, 1982.
6. Халушаков З.Б., Пинский В.М. Автозаправочные станции – М: Недра, 1980
7. Методическое руководство по нормированию промышленных выбросов на газораспределительных станциях – М: 1983.
8. Методика определения валовых выбросов вредных веществ в атмосферу от котлов тепловых электростанций – М: Союзэнерго, 1984.
9. Методические указания по расчету выбросов вредных веществ автомобильным транспортом – М: 1983.
10. Методика определения удельных выбросов вредных веществ в атмосферу на единицу продукции в целлюлозно-бумажной промышленности – М: 1979.
11. Сборник методик по определению концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах – Л: Гидрометеоиздат, 1987.

ПРИЛОЖЕНИЕ
(справочное)

АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОСКОМНЕФТЕПРОДУКТА РСФСР

Пробы паровоздушной смеси из резервуара на анализ отбирают из верхней части газового пространства через замерный люк, закрытый специальной крышкой со штуцером для резинового шланга. Пробы отбираются с уровня 400 мм от замерного люка резервуара.

Для определения концентрации вредных веществ в выбросах из железнодорожных и автомобильных цистерн пробу отбирают во время налива нефтепродукта с уровня 50-100 мм ниже образующей горловины котла цистерны (не допуская соприкосновения конца пробоотборного шланга с нефтепродуктом).

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

1. Назначение методики.

Методика предназначена для определения суммарной концентрации алифатических C_1– C_8 и ароматических C_6– C_8 углеводородов в промышленных выбросах; диапазон измерений 50-30000 мг/м³. при необходимости методика может быть использована для суммарного определения других органических веществ.

2. Метод измерения.

Для определения суммарной концентрации углеводородов используется газохроматографический метод, основанный на общем детектировании углеводородов пламенно-ионизационным детектором (ПИД). Проба исследуемого воздуха вводится без предварительного концентрирования в колонку, заполненную инертным носителем. Количественный анализ основан на том, что чувствительность ПИД пропорциональна числу атомов углерода в молекуле углеводорода. Завышают результаты измерения другие органические вещества, детектируемые ПИД. Адсорбция углеводородов поверхностью пробоотборника и негерметичность аппаратуры занижают результаты измерения.

3. Средства измерений, реактивы, материалы:

- газовый хроматограф серии «Цвет-100» или любой другой с пламенно-ионизационным детектором, порог чувствительности по пропану $2{,}5 \cdot 10^{-8}$ мг/с;
- колонки хроматографические из нержавеющей стали (рабочая и сравнительная), диаметр 3 мм, длина 1 м;
- аспиратор любой модели;
- медицинский шприц ШК-01-001 вместимостью 1 или 2 мл, цена деления шкалы 0,05 мл, ТУ 64-1-378-68;
- микрошприц МШ-10 вместимостью 10 мкл;
- весы лабораторные общего назначения, класс 2, ГОСТ 24104-80Е;
- меры массы, класс 2 или 3, ГОСТ 7328-82Е;
- барометр-анерсид, ГОСТ 23696-79;
- термометр, шкала 0-100 °С, цена деления 1 °С, ГОСТ 315-73Е;
- линейка измерительная металлическая, ГОСТ 427-75;
- бутыль стеклянная вместимостью 10 или 20л, ГОСТ 14182-80;
- газовая пипетка вместимостью 0,5 – 1л;
- водород технический сжатый марки Б, 1 сорт, ГОСТ 3022-80;
- воздух технический, ГОСТ 1182-73;

- кварц (зернение 0,25-0,5 мм) или другой инертный носитель для хроматографии;
- силоксановый каучук любой марки;
- гексан для хроматографии, ТУ 6-09-1887-77;
- бензол, хч, ГОСТ 695-75;
- ацетон, чда, ГОСТ 2603-79;
- чашка выпарительная фарфоровая №6 вместимостью 250 мл, ГОСТ 9147-80Е;
- мерный цилиндр вместимостью 100 мл, цена деления 1 мл, ГОСТ 1770-74.

4. Подготовка и проведение измерений

Отбор проб.

Пробы производственных газовых выбросов для анализа углеводородов отбираются из вентиляционных систем или на производственных площадках в стеклянные газовые пипетки вместимостью около 1 л или шприцем вместимостью 1-2 мл. При этом измеряются температура и давление газовых выбросов.

Для уменьшения влияния адсорбции углеводородов стенками газовой пипетки через нее аспирируют 8-10- кратный объем анализируемого воздуха со скоростью до 1 л/мин.

Подобный многократный обмен анализируемого газа проводят также со шприцем. После отбора проб резиновые шланги, надетые на концевые трубки газовых пипеток, закрывают стеклянными заглушками. Проба исследуемого воздуха в газовых пипетках хранится при нормальных условиях не более суток.

Приготовление колонки.

При газохроматографическом определении суммарной концентрации углеводородов колонка, заполненная инертным носителем, служит для сглаживания колебаний потока газа-носителя.

Условия хроматографирования:

Кварц (зернение 0,25-0,5мм);
Силоксановый каучук любой марки 0,1-0,2% массы кварца;
Температура термостата колонки 100 °С;
Температура испарителя 200 °С;
Расход газа-носителя воздуха 30 мл/мин;
Расход водорода на детектор 30 мл/мин;
Расход воздуха на детектор 200 мл/мин;
Объем пробы паровоздушной смеси углеводородов 1 мл;
Продолжительность одного определения 60с.

Хроматограмма суммарных углеводородов при приведенных выше условиях хроматографирования приведена на рис. 1.

Требуемый расход газов устанавливают мыльно-пленочным расходомером.

Приготовление наполнителя колонки.

Необходимое для заполнения колонки количество кварца взвешивают с погрешностью ± 0,01 г, помещают в выпарительную чашку. Необходимое количество неподвижной жидкой фазы взвешивают с погрешностью ± 0,01 г и растворяют в ацетоне. Объем растворителя должен быть таким, чтобы весь твердый носитель был покрыт раствором жидкой фазы в ацетоне. Затем выпарительную чашку с содержимым помещают на песчаную баню, нагретую до температуры (50± 10) °С. испаряют растворитель (ацетон) до сухого состояния насадки, осторожно встряхивая содержимое.

Перед заполнением колонку промывают ацетоном и продувают азотом или воздухом. Приготовленный сорбент засыпают в колонку через воронку, постукивая по колонке деревянной палочкой или используя разрежение в колонке, создаваемое вакуумным насосом. Заполненную колонку закрепляют в термостате хроматографа и, не присоединяя к детектору, тренируют продувкой воздуха с расходом 30 мл/мин при 100 °С в течение 8-10 ч. затем колонку присоединяют к детектору и добиваются установления стабильной нулевой линии на потенциометре при максимальной чувствительности прибора.

Построение градуировочной зависимости.

Суммарную концентрацию углеводородов в газовых выбросах определяют по градуировочным зависимостям высот пиков (h мм) от концентрации гексана (мг/м³) в пересчете на углерод методом абсолютной калибровки. Градуировочную зависимость строят в соответствии с МИ 137-77 «Методикой по нормированию метрологических характеристик, градуировке, поверке хроматографических приборов универсального назначения и оценке точности результатов хроматографических измерений».

Готовят шесть-десять градуировочных смесей гексана или бензола с воздухом (с погрешностью не более 5%) в предлагаемом диапазоне измерения концентраций в исследуемых пробах и хроматографируют каждую смесь не менее 10 раз. Объем вводимой в хроматограф градуировочной смеси – 1 мл. Приготовление градуировочных смесей гексана с воздухом проводится статическим методом в бутыли, объем которой определен с погрешностью не более 5%. Бутыль герметично закрывают пришлифованной пробкой с отводом диаметром 7-10 мм, длиной 30-50 мм. Отвод резиновой трубкой соединяется заглушкой с промежутком 5-7 мм между концом отвода и заглушкой.

Вместимость бутыли определяют исходя из массы дистиллированной воды, заливаемой в бутыль, и плотности воды, принимаемой за единицу.

Гексан вводят в бутыль в тонкостенной ампуле, закрытой заглушкой. Ампула разбивается при встряхивании о стенки бутыли. Количество гексана в бутыли определяют по разности взвешивания ампулы пустой и с гексаном.

Гексан используется в качестве вещества для градуировки хроматографа при определении суммы алифатических углеводородов C_1– C_8, а бензол – при определении суммы ароматических углеводородов C_6 – C_8, а если имеются те и другие, то вещество для градуировки определяется по преобладающему компоненту.

По истечении двух-трех часов приготовленная градуировочная смесь анализируется при указанных выше условиях хроматографирования. Периодическую проверку правильности градуировочной зависимости проводят раз в месяц согласно МИ 137-77.

Анализ проб.

Пробу исследуемого воздуха в количестве 1 мл вводят в хроматограф шприцем, предварительно продув шприц исследуемым воздухом. Герметичность шприца проверяют визуально следующим образом: в шприц набираю воздух, отверстие иглы заглушают прокладкой и на место соединения головки иглы с металлическим наконечником шприца наносят мыльную пену. Если при перемещении поршня образуются мыльные пузыри, то шприц негерметичен и необходимо плотнее насадить головку иглы на конус шприца.

Сигнал ПИД на сумму углеводородов выходит на хроматограмме одним узким пиком с временем удерживания 13 с. Каждую пробу хроматографируют пять раз. Измеряют высоты пиков, и результат принимают среднее арифметическое значение.

Типичная хроматограмма суммарных углеводородов

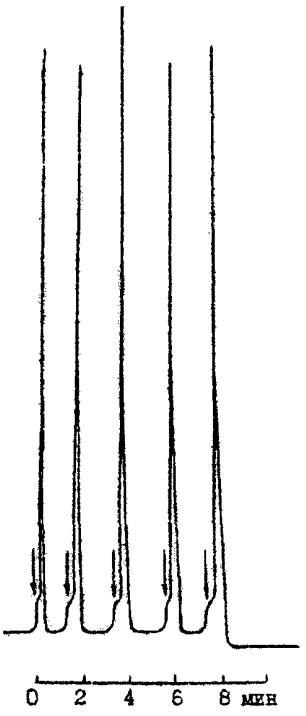

Рис. I

5. Обработка результатов измерений.

Концентрацию гексана или бензола (0 мг/м³) в градуировочной смеси в пересчете на углерод вычисляют по формуле:

$$C = \frac{12 \cdot m \cdot n}{M \cdot V} \cdot 1000, \qquad (1)$$

где m – навеска гексана или бензола, мг;

n - число атомов углерода в молекуле гексана или бензола;

V - вместимость бутыля, л;

M - относительная молекулярная масса гексана или бензола, а.е.м.

Суммарную концентрацию углеводородов (С мг/м³) в пересчете на углерод в пробе анализируемого воздуха при нормальных условиях определяют по градуировочной зависимости высот пиков от концентрации гексана или бензола в градуировочной смеси.

Расчет суммарной концентрации углеводородов в выбросах (C^{I}) в пересчете на углерод проводят по формуле:

$$C^{I} = \frac{C}{\alpha}, \qquad (2)$$

где С – суммарная концентрация углеводородов, определенная по градуировочному графику, мг/м³;

α - коэффициент, рассчитанный по формуле

$$\alpha = \frac{273 \cdot P}{760 \cdot (273 + t)} \qquad (3)$$

где Р – атмосферное давление, мм рт. ст.;

t - температура в месте отбора пробы, °С.

Оценка погрешностей измерений суммарной концентрации углеводородов проведена при числе измерений n = 5 и принятой доверительной вероятности Р = 0,95 (ГОСТ 8.207-76, ГОСТ 12.1.016 -79) в диапазоне измерений 50-30000 мг/м³; доверительные границы случайности погрешности ± 5%; границы суммы неисключенных систематических погрешностей ± 7%.

За результат анализа принимается среднее арифметическое значение пяти параллельных измерений. Относительная суммарная погрешность измерения при принятой доверительной вероятности Р = 0,95 равна ± 10%.

6. Техника безопасности.

Алифатические и ароматические углеводороды $C_1 – C_8$ вызывают изменения крови и кроветворных органов.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны углеводородов алифатических предельных $C_1 – C_{10}$ (в пересчете на углерод)согласно ГОСТ 12.1.005-76 составляет 300 мг/м³. Углеводороды $C_1 – C_{10}$ согласно ГОСТ 12.1.007-76 относятся к 4-му классу опасности.

Отбор проб производственных газовых выбросов должен проводиться с учетом инструкций по безопасности труда, действующих на предприятии.

Анализ выполняется в соответствии с «Основными правилами безопасной работы в химической лаборатории» и инструкциями по эксплуатации газового хроматографа.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ДИОКСИДА СЕРЫ ТИТРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОРОНА 1 В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА

1. Назначение методики.

Методика применяется для определения концентрации уловленного и окисленного диоксида серы, который определяют в присутствии оксидов азота. Относительная погрешность во всем диапазоне концентраций не превышает 8 %.

2. Метод измерения.

Основан на свойствах пероксида водорода окислять диоксид серы в процессе поглощения. Принципиальную схему реакции, протекающей при взаимодействии пероксида водорода с диоксидом серы, можно представить в следующем виде:

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3, \quad (1)$$

$$H_2SO_3 + H_2O_2 = H_2SO_4 + H_2O \quad (2)$$

Количество образовавшейся серной кислоты пропорционально концентрации уловленного и окисленного диоксида серы, который определяют при титровании серной кислоты раствором хлористого бария в присутствии торона1 в качестве индикатора.

Ионы сульфата связывают ионы бария с образованием трудно растворимого соединения $BaSO_4$, выпадающего в осадок. Избыток ионов бария образует комплексное ярко окрашенное соединение с тороном 1.

Определению диоксида серы мешают примесями триоксида серы, сероводорода, ионов металлов, фосфаты, ионы аммония. Устранить мешающее влияние триоксида можно с помощью специальных фильтров.

Металлы могут содержаться с золе (пыли), образующейся при сжигании топлива. Использование фильтров в период отбора проб препятствует попаданию катионов в пробу. Для улавливания пыли достаточно поместить в газозаборную трубку тампон из асбестовой ваты.

Если pH поглотительного раствора менее 2 или более 4, то оценка полученной концентрации диоксида серы будет, соответственно, завышена или занижена.

3. Средства измерения, реактивы, материалы:

- Хлорид бария, стандарт-титр (фиксанал, нормадоза) 0,1г-экв, ТУ 6-09-2540-72;
- Пероксид водорода, 30%-ный водный раствор, ГОСТ 10929-76;
- Изопропиловый спирт (изопропанол), ТУ 6-09-712-76;
- Бензол-2-арсоновая кислота (1-азо-1)-2-оксинафталин-3, 6-дисульфокислота, тринатриевая соль (торон1), ТУ 6-09-05-192-74;
- Вода дистиллированная, ГОСТ 6709-72;
- Хлористоводородная кислота (соляная кислота), хч, ГОСТ 3118-77;
- Термометр ТЛ-2 2-Б-2, ГОСТ 215-73 Е;
- Манометр, ГОСТ 2405-80, ТУ 03548-66, класс 0,6 и 1,0;
- Водяной аспиратор или электроаспиратор со встроенными расходомерами ЭА-1, ГОСТ 13478-75;
- Пробоотборная трубка из молибденового стекла диаметром 8-10 мм, ГОСТ 23932-79Е;
- Барометр мембранный метеорологический МВЗ-1-0,4, ГОСТ 23696-79;
- Склянка для промывания газов СВТ-25, ГОСТ 10378-73;
- Поглотитель Рыхтера (ТУ 25-11-1081-75);
- Бюретка 1-2-25-0,1, ГОСТ 2292-74;
- Пипетка 2-1-25, ГОСТ 20292-74;

- Колбы мерные 2-1000-2, 2-100-2, ГОСТ 1770-74;
- Кран соединительный стеклянный КЗХ-2-32-2,5, ГОСТ 7995-80Е;
- Колба коническая.

Для устранения мешающего влияния триоксида серы рекомендуется использовать базальтовое волокно высшей категории качества, РСТ УССР 5013-76.

Допускается замена указанных приборов на аналогичные или не уступающие им по метеорологическим характеристикам.

4. Подготовка и проведение измерений.

Общие указания по проведению анализа в соответствии со СТ СЭВ 804-77. приготавливают стандартный раствор хлористого бария $BaCl_2$ концентрацией 0,05 моль/л из стандарт-титра 0,1 г-экв. В колбу вместимостью 1000 мл переносят содержимое стандарт-титра и доводят до метки дистиллированной водой.

Для приготовления 100 мл 3%-ного раствора пероксида водорода в мерную колбу вместимостью 100 мл помещают 10 мл пероксида водорода и доводят до метки дистиллированной водой. Хранить раствор в холодильнике и пользоваться им можно не более одного месяца.

Для приготовления раствора торона 1 (0,2±0,05) г торона 1 растворяют в 100 мл дистиллированной воды. Раствор нужно хранить в полиэтиленовой посуде, так как в стеклянной раствор портится. Раствор устойчив в течение 1-2 мес.

Подготовка прибора.

Прибор (рис. 2) состоит из пробоотборной трубки 1, крана 2, склянки для промывания газа 3, электроаспиратора 7 (или водяного аспиратора), термометра 5 с баллончиком 4 для измерения температуры газовой пробы, манометра 6.

При наличии триоксида серы для ее улавливания собирают прибор, изображенный на рис. 3, который отличается от прибора, изображенного на рис. 2, тем, что введены поглотитель 8, заполненный дистиллированной водой (20-30 мл), подкисленной 1-2 каплями хлористо-водородной кислоты и гофрированная стеклянная трубка 9, заполненная базальтовым волокном.

Соединение частей прибора резиновыми шлангами должно быть сведено к минимуму и проводиться встык.

Перед началом анализа проверяют герметичность прибора. Закрывают кран 2 так, чтобы в прибор не поступал газ, включают электроаспиратор, устанавливают расход газ 0,25-0,5 дм³/мин и, если в течение 3 мин. Поплавок реометра электроаспиратора упадет вниз до упора, прибор считается герметичным.

На газоходе просверливают с наружной стороны штуцер высотой 30-40 мм.

Пробоотборную трубку вставляют в газоход через штуцер с резиновой или асбестовой пробкой на 1/3 длины газохода. Прибор для отбора проб газа присоединяют через кран 2 резиновым шлангом встык к концу пробоотборной трубки, выходящей из газохода.

При отборе запыленного газа в пробоотборную трубку помещают фильтр из асбестового волокна.

Схема прибора для определения в газе концентрации диоксиде серы с применением торона I

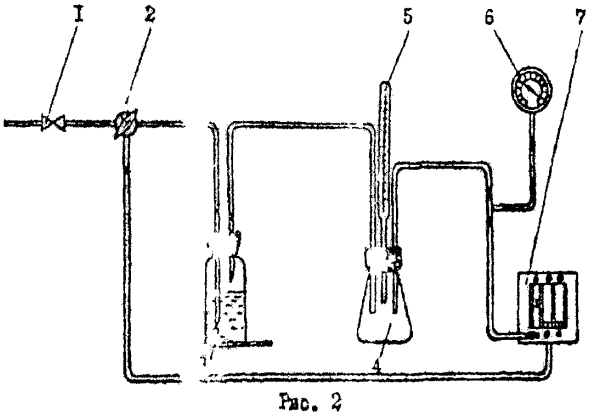

Рис. 2

Схема прибора для определения в газе концентрации диоксида сер ; в присутствии триоксида серы

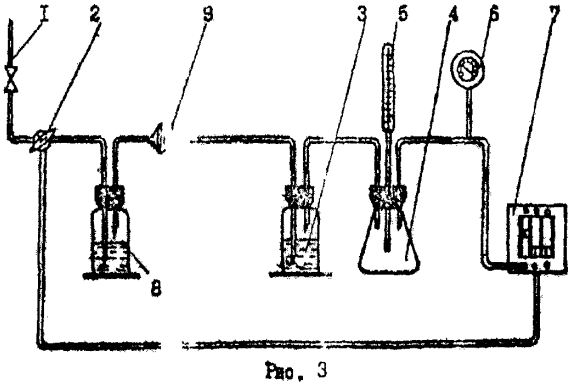

Рис. 3

Отбор проб.

Перед началом анализа трубку 1 промывают анализируемым газом. Для этого отключают краном 2 поглотительные сосуды, электроаспиратор подключают непосредственно к крану 2, устанавливают расход газа 0,250 – 0,5 дм³/мин и пропускают в течение 1-2 мин.

Включают электроаспиратор, в поглотительную склянку 3 заливают пипеткой 25 мл 3%-ного раствора пероксида водорода. При концентрации диоксида серы в отходящем газе 5000-30000 мг/м³ приготавливают 3-7 поглотительных склянок (см. таблицу 1), в которые заливают пипеткой 25 мл 3%-ного раствора пероксида водорода.

Таблица 1

Объем, количество газовых проб в зависимости от концентрации диоксида серы

Концентрация диоксида серы в отходящих газах, мг/м³	Расход газа, дм³/мин	Количество проб	Продолжительность отбора пробы, мин	Используемый поглотитель
500	3,0	1	20	Поглотитель Рыхтера
1000	1,5	1	20	Поглотительная склянка
5000	1,0	3	5,0	Поглотительная склянка
10000	1,0	5	3,0	Поглотительная склянка
20000	0,5	5	3,0	Поглотительная склянка
30000	0,5	7	2,0	Поглотительная склянка

Открывают кран 2, включают секундомер и одновременно начинают пропускать газ через склянку для промывания газа. Расход газа определяют по таблице. Включают электроаспиратор, отсоединяют поглотительный сосуд 3.

Если отбирается несколько проб, то в соответствии с таблицей подсоединяются дополнительные склянки, далее отбор пробы ведут, как указано выше.

Анализ проб

Сосуды с пробами переносят в лабораторию для анализа. Количество пропущенного газа определяют по формуле:

$$V = T \cdot W \qquad (3)$$

где V – объем пропущенного газа, дм³;

T – время пропускания газа, мин;

W – расход газа, дм³/мин.

Сливают содержимое поглотительной склянки в коническую колбу, тщательно промывают склянку дистиллированной водой. Дистиллированную воду после промывания также сливают в коническую колбу. Отобранные для анализа пробы хранят не более трех дней.

К полученному раствору добавляют 4-кратный объем изопропилового спирта и две или три капли индикатора торона 1 и титруют при энергичном помешивании раствором хлористого бария (2-3 капли в минуту). Цвет должен измениться от светло-желтого до густо-розового.

Концентрацию диоксида серы в газе (мг/м³) начисляют по формуле:

$$C_{SO2} = \frac{0{,}1 \cdot 32 \cdot 1000в}{Vo} \qquad (4)$$

где в – количество раствора хлористого бария, пошедшего на титрование, мл;

32 – молярная масса эквивалента диоксида серы, г/моль;

0,1 – концентрация раствора хлорида бария, моль/л;

Vo- объем газовой пробы, приведенный к нормальным условиям (t = 0 °С, давление 101,3 кПа), дм³;

$$Vo = \frac{273 \cdot V \cdot (P \pm \Delta P)}{101{,}3(273 + t)}, \quad (5)$$

где V – объем газовой пробы, дм³;

P – атмосферное давление, кПа;

ΔP – избыточное давление (разрежение) перед аспиратором, кПа;

t- температура газа, °С.

В том случае, когда отбиралось несколько кратковременных проб в течение 20 мин., определяют содержание диоксида серы в каждой пробе, а результат представляют как среднее арифметическое.

Количество отобранных серий кратковременных проб газа должно быть не менее трех за период 20 мин.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ОКСИДОВ АЗОТА ФОТОКОЛОРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАКТИВА ГРИССА-ИЛОСВАЯ

1. Назначение методики.

Методика предназначена для определения концентрации суммы оксида и диоксида азота в выбросах в диапазоне измеряемых концентраций 10-1000 мг/м³. Погрешность измерения 13% определяемого значения.

2. Метод измерения.

Метод основан на взаимодействии нитрит-иона и п-аминобензолсульфокислоты (сульфаниловой кислоты) с образованием диазотсоединения, которое, реагируя с 1-нафтиламином, дает азокраситель, окрашивающий раствор от бледно-розового до красно-фиолетового цвета. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации нитритов.

Оптическую плотность раствора измеряют с помощью фотоэлектроколориметра.

Определению мешает диоксид серы. Влияние диоксида серы устраняется кристаллическим оксидом хрома (VI), трубка с которым помещается при отборе газа перед газовой пипеткой, и добавлением в поглотительный раствор 10% ацетона.

3. Средства измерения, реактивы, материалы:

- фотоэлектроколориметр, ГОСТ 12083-78;
- весы аналитические, ГОСТ 24104-80Е;
- меры массы ГОСТ 7328-82Е;
- термометр, цена деления 0,1 °С, ГОСТ 215-73Е;
- барометр, ГОСТ 23696-79Е;
- вакуумметр типа ВТИ, ТУ 25.05.1481-73;
- газообразная трубка;
- фильтровальный патрон;
- насос с всасывающим и нагнетающим штуцерами;
- насос вакуумный 2НВР-5ДМ, ТУ 26-04-604-79;
- газовые пипетки вместимостью 200 мл;
- аппарат для встряхивания колб и пробирок АВУ-10р, модель Ц-2332, ТУ-64-1-1081-73;
- колбы мерные 1-50-2, 1-100-2, 1-250-2, 1-500-5, ГОСТ 1770-74Е;
- пипетки 1-2-1, ГОСТ 20292-74;
- цилиндры 1-250, 1-500, ГОСТ 1770-74Е;
- бюретки 6-2-10-0,05, 5-2-10-0,1, ГОСТ 20292-74Е;
- уксусная кислота, хч, ГОСТ 61-75;
- 1-нафтиламин, чда, ГОСТ 7727-74;
- п-аминобензолсульфокислота, чда, ГОСТ 5821-78;
- нитрит натрия, хч, ГОСТ 4197-74;
- оксид хрома (VI), чда, ГОСТ 3776-78;
- ацетон, чда, ГОСТ 2603-79;
- вода дистиллированная, ГОСТ 6709-72;
- фильтр бумажный (любой), ТУ 6-09-1678-77.

4. Подготовка и проведение измерений

Приготовление растворов.

Для приготовления 12%-ного раствора уксусной кислоты 128 мл концентрированной уксусной кислоты (99,5%) помещают в мерную колбу вместимостью 1000 мл и доводят водой до метки.

Для получения раствора и п-аминобензолсульфокислоты (сульфаниловой кислоты) 1,5 г ее растворяют в 450 мл 12%-ного раствора уксусной кислоты. Раствор готовят не менее чем за сутки до использования и хранят в плотно закрытой склянке из темного стекла.

Раствор 1-нафтиламина приготавливается путем растворения 0,3 г его в 60 мл воды. Нагревают на водяной бане до образования на дне колбы лиловых капель; фильтруют через бумажный фильтр, оставляя осадок на дне колбы. К фильтрату приливают 450 мл 12%-ного раствора уксусной кислоты. Раствор готовят не менее чем за сутки до использования.

Поглотительный раствор готовится непосредственно перед использованием путем смешивания раствора 1-нафтиламина и п-аминобензолсульфокислоты в отношении 1:1 и добавления 10% ацетона к общему объему.

Для приготовления исходного стандартного раствора 2-3 г нитрита натрия растирают и сушат при 50-60 °С в течение 2 ч. Навеску 0,1497 г высушенного нитрита натрия растворяют в мерной колбе вместимостью 100 мл водой. Этот раствор соответствует содержанию диоксида азота 1 мг/мл.

Рабочий стандартный раствор А готовят перед началом, для чего в мерную колбу вместимостью 250 мл пипеткой Мора вносят 1 мл исходного стандартного раствора и доводят до метки водой: 1 мл рабочего стандартного раствора содержит 0,004 мг нитрит-иона.

Рабочий стандартный раствор Б готовят перед анализом. В мерную колбу вместимостью 100 мл пипеткой Мора вносят 1 мл исходного стандартного раствора и доводят до метки водой; 1 мл рабочего стандартного раствора Б содержит 0,01 мг/л нитрит-иона.

Для перевода оксида азота в диоксид в качестве окислителя используют оксид хрома (VI), который помещают в стеклянную трубку диаметром 6 мм. Длина слоя составляет 17 см.

Построение градуировочных зависимостей.

Строят две зависимости оптической плотности от концентрации диоксида азота по 3-5 сериям градуировочных растворов.

Первую зависимость строят для определения малого количества нитрит-ионов в 50 мл раствора (0,004-0,026 мг), вторую – для большого (0,01-0,06 мг)..

В мерные колбы вместимостью 50 мл с помощью микробюретки вносят рабочий стандартный раствор нитрита натрия А и Б, в соответствии с табл. 2 доводят объем до метки поглотительным раствором, содержащим 10% ацетона (по объему), интенсивно встряхивают и через 30 мин. замеряют оптическую плотность растворов на фотоколориметре при длине волны 540 нм относительно поглотительного раствора, который является раствором сравнения.

Измерение оптической плотности стандартов на основе рабочего раствора А проводят в кюветах с шириной рабочей грани 10 мм, на основе рабочего стандартного раствора Б – в кюветах на 5 мм.

Проверку градуировочных зависимостей следует проводить при смене партии реактивов, но не реже одного раза в 3 месяца.

Таблица 2

Схема приготовления растворов для построения градуировочной зависимости

Объем рабочего стандартного раствора, мл	1,0	2,0	3,0	4,0	3,0	6,0	7,0
Объем поглотительного раствора, мл	49	48	47	46	45	44	43
Количество диоксида азота (мг) в 50 мл градуировочного раствора при использовании							
Стандартного раствора А	0,004	0,008	0,012	0,016	0,020	0,024	0,028
Стандартного раствора Б	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07

Отбор проб

Собирают установку для отбора газов, как указано на рис. 4, не подсоединяя вакуумированный сосуд. Вставляют газозаборную трубку в газоход и продувают для прогревания системы анализируемым газом с помощью любого тягодутьевого устройства (аспиратор, насос) в течение 3-5 минут. Отсоединяют тягодутьевое и присоединяют вакуумированный до остаточного давления 2600 Па сосуд с поглотительным раствором. Ставят кран 4 в положение «вакуумметр-сосуд», открывают кран на вакуумированном сосуде и измеряют разрежение в нем.

Затем кран 4 ставят в положение «газообразная трубка – вакуумметр – сосуд» и отбирают пробу газа.

Объем поглотительного раствора, заливаемого в сосуд, выбирают в зависимости от содержания оксидов азота по табл. 3.

Время, в течение которого проводится отбор газа, должно составлять 20 минут. Количество отобранных для анализа проб должно быть не менее трех.

Анализ проб.

Отобранные для анализа пробы хранятся не более суток. Определяют оптическую плотность раствора на фотоколориметре при длине волны 540 нм в кюветах с расстоянием между гранями 5 или 10 мм в зависимости от концентрации оксидов азота (табл. 3). По измеренной оптической плотности раствора и градуировочной зависимости находят содержание нитрит-ионе в анализируемой пробе.

Таблица 3

Объем поглотительного раствора в зависимости от концентрации диоксида азота

Концентрация диоксида азота, мг/м^3	50	50-200	200-500	500-800	> 800
Объем поглотительного раствора, мл	10	20	40	50	70
Расстояние между гранями кюветы, мм	10	10	5	5	5

Если по истечении 30 мин проанализировать пробы не представляется возможным, раствор из пипеток сливают в колбы, плотно закрывают пробками и хранят в темном прохладном месте не более 1 суток.

При анализе газовой пробы замеряют остаточное давление в сосуде с помощью вакуумметра.

Схема отбора газов в вакуумированный сосуд

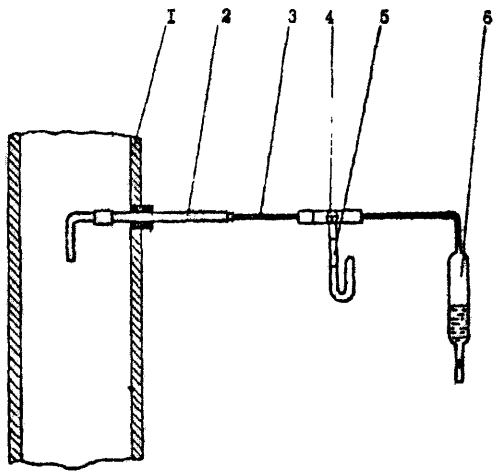

Рис. 4

I – газоход, 2 – газозаборная трубка с фильтровальным патроном, 3 – трубка с окислителем, 4 – трехходовой кран, 5 – вакуумметр, 6 – вакуумированный сосуд.

5. Обработка результатов анализа.

Объем газовой смеси (Vr), отобранной на анализ, рассчитывают следующим образом:

$$Vr = Vп - Vж, \quad (1)$$

где Vr – вместимость газовой пипетки, мл;

Vж – объем поглотительного раствора в пипетке, мл.

Объем газа при нормальных условиях (Vo) рассчитывают по формуле:

$$Vo = \frac{273 \cdot Vr\left(P - P^{I} - P^{II}\right)}{101{,}3(273 + t)}, \quad (2)$$

где Vr – объем отобранного на анализ газа, мл;

P – атмосферное давление, Па;

P^{I} - остаточное давление газа в вакуумированном сосуде, Па;

P^{II} - остаточное давление газа в вакуумированном сосуде после отбора пробы газа из газохода, Па;

t – температура окружающего воздуха, °С.

Концентрация диоксида азота (С мг/нм³) рассчитывают по формуле;

$$C = \frac{2aV_н}{VoV_к} \cdot 10^6, \quad (3)$$

где а – количество нитрит-иона, найденное по градуировочной зависимости, мг;

2 – коэффициент, учитывающий образование одной молекулы азотистой кислоты из двух молекул диоксида азота;

Vн - объем поглотительного раствора, залитый в газовые пипетки, мл;

Vк – объем поглотительного раствора, для которого проводилось построение градуировочного графика, мл (Vк = 50 мл);

Vo – объем газовой пробы, приведенный к нормальным условиям, мл.

По найденным значениям концентрации оксидов азота в пробах рассчитывают среднее арифметическое значение.

6. Требования к квалификации оператора.

Работы может производить инженер или техник химической специальности, владеющий техникой анализа и прошедший инструктаж о правилах работы с токсичными газами и химическими веществами.

Отбор проб на анализ может осуществлять лаборант.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ОКСИДА УГЛЕРОДА МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА «ГАЗОХРОМ-3101»

1. Назначение методики.

Методика предназначена для определения концентраций оксида углерода в диапазоне 11,8-34950 мг/м³ (0,001-3,0%) в промышленных выбросах с применением малогабаритного хроматографа «Газохром-3101».

2. Метод измерения.

Сущность метода заключается в хроматографическом разделении компонентов газовой смеси с последующим определением их на детекторе по тепловому эффекту реакции горения.

На точность результатов измерения влияют отсутствие герметичности в газовой схеме прибора, непостоянство расхода газа-носителя, непостоянство условий окружающей среды. Определению не мешают другие газы. В помещениях с отработанными газами питание прибора воздухом должно осуществляться только от баллона со сжатым воздухом или от воздушной магистрали с давлением воздуха не ниже 0,5 МПа.

3. Средства измерений.

- газовый хроматограф «Газохром-3101», ТУ 25-05-1560-74;
- потенциометр КСП-4-909, цена деления 1 мВ, ГОСТ 7164-71;
- газ-носитель аргон, МРТУ 6-02-02 377-66;
- калибровочное устройство Л 65.284.004 (в комплекте к прибору);
- калибровочный газ, ТУ 6-2131-78;
- медицинский шприц вместимостью 5 см², ТУ 64-1-528-74;
- газовые пипетки вместимостью 250-500 см³;
- аспиратор, ГОСТ 18954-73;
- запирающая жидкость для аспиратора, ГОСТ 5439-76;
- шнур асбестовый, ГОСТ 1779-72;
- стекловолокно.

4. Подготовка и проведение измерений.

Хроматограф «Газохром-3101» устанавливается в закрытых помещениях с температурой воздуха 10-35 °С и относительной влажностью воздуха до 80%, невзрывоопасных и непожароопасных. Подготовка хроматографа к работе осуществляется в соответствии с инструкцией по эксплуатации хроматографа Лб.550.006.ТО.

Условия хроматографического анализа:

- хроматографическая колонка из фторопласта 4Д (длина 2,5 м, внутренний диаметр 3,5 мм);
- наполнитель колонки – активированный уголь АГ-3;
- температура колонки и детектора (20±10) °С;
- ток питания детекторов (180±5) мА;
- газы-носители аргон и воздух;
- расход газов-носителей (80±2) см³/мин;
- объем пробы 1-5 см³;
- скорость диаграммной ленты 600 мм/ч.

Отбор проб:

Отбор проб осуществляют аспиратором с помощью пробоотборного устройства. Допускается отбор проб проводить в резиновые камеры. Рекомендуемый срок хранения проб не более 5 часов.

Построение калибровочной зависимости:

Для количественного определения оксида углерода используется метод абсолютной калибровки по чистому оксиду углерода или аттестованным газовым смесям.

С помощью калибровочного устройства, входящего в комплект прибора, в хроматограф последовательно вводя различные дозы калибровочного газа. Калибровочное устройство представляет собой поворотно-дисковое устройство с восемью различными микродозами (от 1,0 до 32 мкл) с фиксированным вращением дозирующего диска. Порядок введения калибровочного газа в хроматограф, точный объем микродоз и чертеж калибровочного устройства приведены в инструкции по эксплуатации хроматографа «Газохром-3101» и в паспорте на калибровочное устройство.

Концентрация оксида углерода (Сх % по объему) в рабочей дозе рассчитывается по формуле:

$$Cx = \frac{V_{CO}}{V_{рд}} \cdot 100,$$

где V_{CO} - объем введенного калибровочным микродозатором чистого оксида углерода, см^3;

$V_{рд}$ - объем рабочей дозы, вводимой медицинским шприцем, см^3;

После этого строится калибровочная зависимость, где по оси абсцисс откладывается концентрация оксида углерода (%), а по оси ординат – высота пика (мм).

Анализ проб:

Анализируемый газ вводится в хроматограф рабочим дозатором – медицинским шприцем. Предварительно в пипетке с отобранной пробой газа необходимо создать избыточное давление, подняв склянку с запирающей жидкостью выше аспиратора и открыв нижний кран пипетки. Затем открывают верхний кран пипетки, прокалывают иглой рабочего дозатора резиновую трубку, закрывающую пипетку сверху, и набирают газ немного больше положенного объема. Медленным движением поршня выталкивают избыток газа в атмосферу, а оставшийся газ вводят в хроматограф, прокалывая иглой резиновую мембрану на входе в колонку. Шприц при работе держат за верхнюю часть, находящуюся выше отмеряемого объема, во избежание изменения объема пробы за счет температуры. Перед вводом пробы в хроматограф шприц промывают анализируемым газом не менее трех раз.

В зависимости от содержания оксида углерода в выбросах необходимо изменять объем рабочей дозы, вводимой в хроматограф, и учитывать его при построении калибровочной зависимости.

5. Обработка результатов измерений.

После проведения анализа исследуемого газа, содержащего оксид углерода в неизвестном количестве Сх, замеряется высота пика на хроматограмме с учетом масштаба шкалы, и по калибровочной зависимости определяется количество оксида углерода в анализируемом газе.

При использовании калибровочного газа с содержанием оксида углерода меньше 100 % результат анализа, полученный при использовании калибровочной зависимости, должен быть умножен на коэффициент

$$K = \frac{C_a}{100},$$

где C_a - концентрация оксида углерода в калибровочном газе, %;

Результат измерений должен быть представлен в следующем виде: $\bar{C}_n \pm \beta$

Здесь $\bar{C}_n$ - среднее арифметическое значение из n-определений;

β – абсолютная погрешность измерения, характеризующая точность результата

$$\beta = \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}},$$

где t - табличное значение коэффициента распределения Стьюдента при доверительной вероятности p = 0,95;

n – число определений;

S – среднее квадратичное отклонение по всему массиву n-определений;

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - x_i)^2}{n-1}}$$

Здесь x_i - единичное определение.

Результаты, отличающиеся друг от друга более чем на ± β, считают грубой ошибкой и исключают из рассмотрения. Значение β надо рассчитывать для каждой серии параллельных определений. Относительная погрешность измерения ± 5 %.

Процентное содержание оксида углерода пересчитывают в мг/м³ (при нормальных условиях) по формуле:

$C_{co} = \bar{C}_n \cdot 1{,}65 \cdot 10^4$,

где 1,165 – плотность оксида углерода (кг/м³) при нормальных условиях.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗАХ

1. Назначение методики.

Методика предназначена для контроля за выбросами вредных веществ в атмосферу, инвентаризации источников выбросов, разработки и установления норм предельно допустимых и временно согласованных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Погрешность определения ±25 %.

2. Метод измерения.

Определение запыленности газовых потоков в газоходах проводится методом внешней фильтрации.

Пыль из отобранного объема газа осаждается после вывода газа через пробоотборную трубку из газохода, то есть когда пылеулавливающее устройство находится вне газохода.

Запыленность газа в газоходах определяют по изменению массы аэрозольных фильтров после фильтрации. Наиболее важными факторами при определении запыленности газа являются выбор места отбора проб и расход газа при отборе проб.

Отбор проб следует производить в установившемся потоке газа при установившемся технологическом режиме работы обследуемого оборудования. Место для замера выбирают на прямолинейном участке газохода. Участок должен иметь длину не менее 5-6 диаметров газохода до места замера и 3-4 диаметров после места замера. Не следует выбирать место замера вблизи и особенно после задвижек, дросселей, диффузоров, колен и вентиляторов, так как создаваемые в этих местах вихри оказывают влияние на достоверность результатов.

Возможные ошибки при отборе газа для определения запыленности показаны на рис. 5. Ошибки измерения из-за несоблюдения условий изокинетичности увеличиваются с увеличением запыленности газов.

При соблюдении изокинетичности (рис. 5а) запыленность газа определяют наиболее правильно, и содержащиеся в объеме газохода пылевые частицы имеют почти тот же гранулометрический состав, что и в отобранном объеме.

При завышении скорости отбора газового потока (рис. 5б) более крупные частицы пыли пройдут мимо входного сечения трубки. В результате запыленность окажется ниже фактической. При отборе с заниженной скоростью (рис. 5в) более крупные частицы пыли по инерции пройдут в пробоотборную трубку. В результате запыленность отбираемой пробы будет завышена. Отклонение сечения входного отверстия заборной трубки от положения, перпендикулярного направлению газового потока, приводит к занижению запыленности (рис. 5г) и допустимо не более чем на ± 5°.

В практике для измерения запыленности газа наибольшее распространение нашли пробоотборные трубки, разработанные Гинцветметом и КИИОгазом. Существенных различий по представительности отбираемых проб эти трубки не дают. На рис. 6 показана пылеотборная трубка с обогревом КИИОгаза. Трубка 1 изготавливается изготавливается из нержавеющей стали Х18Н9Т. Внутренний диаметр трубки равен 6 мм, толщина стенок 1 мм. Трубка внутри шлифуется. Один конец ее плавно загнут под прямым углом, к нему прикреплено гнездо для установки сменного наконечника 6. трубка с обогревом заключена в корпус 2, имеющий внутренний диаметр 20 мм.

Конструкции пробоотборных трубок должны отвечать условиям работы. При отборе горячих газов (300-400 °С) трубки следует охлаждать водой или воздухом, а при возможности конденсации в трубках водяного пара их нужно обогревать. При отборе проб часть пыли может оседать в трубке. Поэтому ее длина должна быть минимальной, а внутренняя поверхность гладкой. Осаждению пыли в трубке способствует конденсация в ней водяных паров. Оптимальной является скорость газа в трубке 10-15 м/с.

Возможные ошибки при отборе газа для определения запыленности

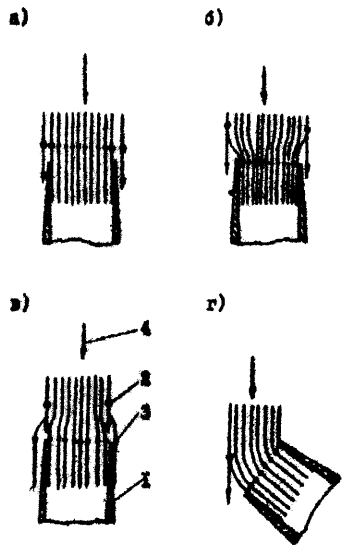

Рис. 5

а – оптимальная скорость отбора, б – завышенная скорость отбора, в – заниженная скорость отбора, г – оптимальная скорость отбора, но входное отверстие заборной трубки находится под углом к входному потоку; 1 – наконечник заборной трубки, 2 – крупная пыль, 3 – мелкие частицы, 4 – направление газового потока.

При определении запыленности газов с высоким исходным содержанием влаги (температура точки росы более 200 °С) целесообразно применять методы внутренней фильтрации.

Для многократного использования проотборной трубки при различных скоростях газового потока она снабжена комплектом сменных наконечников разного диаметра.

Расчет необходимого диаметра наконечника (d, мм) проводится по формуле:

$$D = \frac{24}{\sqrt{W_r}}$$

(здесь Wr– скорость газа в газоходе, м/с) или определяется по номограмме (рис. 7).

При отборе методом внешней фильтрации в качестве фильтрующих устройств применяют патроны, изображенные на рис. 8, или другие патроны с фильтрами, изготовленными из фильтровальной бумаги, ткани или высоковолокнистого материала типа ФП (фильтры АФА-ВП-10 или АФА-ВП-20).

Основные операции раскроя и склеивания фильтра из фильтровальной бумаги показаны на рис. 9. Бумажные фильтры применяются при температуре газа не выше 150°С. Тканевые фильтры изготавливают из шерстяной ткани (байка ЧШ), ткани ЦМ (до 110°С), ткани нитрон, лавсан (до 140°С), стеклоткани (до 350°С).

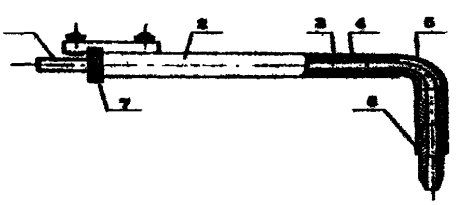

Рис. 6

1 – [illegible], 2 – [illegible], 3 – [illegible] обмотка, 4 – [illegible], 5 – [illegible], 6 – [illegible], 7 – [illegible].

Перед взвешиванием фильтры высушивают в сушильном шкафу при температуре 80°С в течение 20-30 мин. или выдерживают в эксикаторе с плавленым хлористым кальцием в течение 2-3 часов. После взвешивания фильтры аккуратно вкладывают с помощью пинцета в пакеты из кальки, которые должны быть вложены в целлофановые пакеты.

Необходимый объемный расход ($V_г$ л/мин) газа при отборе из газохода с соблюдением правила изокинетического отбора определяют по формуле:

$$V_г = \frac{\pi d^2}{4} \cdot 10^{-4} \cdot W_г \cdot 10x60 = 4{,}71 \times 10^{-2} d^2 \cdot W_г \qquad (2)$$

Этот расход после прохождения газом пробоотборной трубки и патрона изменится за счет изменения температуры и давления и при прохождении газа через реометр во время замера будет равен

$$Vp = \frac{V_Г (273 + t_p) \cdot (P \pm \Delta P_Г)}{(273 + t_Г) \cdot (P - \Delta P_P)} \qquad (3)$$

Если при проведении замеров используют реометр, градуированный при условиях, отличающихся от фактических условий работы во время выполнения замера, то показания реометра $V_ш$ при прохождении газа через реометр с расходом $V_р$

$$V_ш = V_р \cdot \sqrt{\frac{\rho_p}{\rho_к}} = 0{,}282\, d^2 \cdot W_г \frac{(P \pm \Delta P_Г)}{(273 + t_Г)} \sqrt{\frac{\rho_O (273 + t_p)}{\rho_к (P - \Delta P_P)}} \qquad (4)$$

где $V_г$ - расход газа во время замера при условиях газохода, л/мин;

$V_р$ - расход, приведенный к условиям реометра (т.е. расход при температуре и давлении Р-Δ Рр, л/мин;

$V_ш$ – расход по шкале реометра, л/мин;

$W_г$ – линейная скорость газа в газоходе в месте отбора, м/с;

$t_р$ – температура у реометра, °С;

$t_г$ – температура газа в газоходе, °С;

Р – атмосферное давление, мм рт. ст.;

$\Delta P_г$ – избыточное давление (разрежение) газа в газоходе, мм рт. ст.;

$\Delta P_р$ - разрежение у реометра, мм рт. ст.;

$\rho_о$ – плотность газа при нормальных условиях (0°С, 760 мм рт. ст.), кг/ м³;

$\rho_р$ – плотность газа при условиях реометра во время замера, кг/ м³;

$\rho_к$ – плотность газа, принятая при градуировке реометра, кг/ м³;

Объем газовой пробы при нормальных условиях определяется по формуле:

$$V_О = V_Г \cdot \frac{273(P \pm \Delta P_Г)}{760(273 + t_Г)} \qquad (5)$$

Объемный расход газа при отборе обычно составляет 10-25 л/мин. При изменении запыленности газов с частицами пыли размером менее 1 мкм, которое подчиняются, подобно молекулам, законам газовой диффузии, объемный расход можно принимать без расчета равным 15-20 л/мин.

Пробоотборную трубку после проведения замеров нужно очищать от пыли. Для этого применяют тонкую проволоку, свободно проходящую в трубку. Пыль из трубки необходимо собрать и взвесить. Полученную массу разделить на число замеров запыленности, при которых накопилась пыль в трубке. Полученную поправку прибавить к массе фильтра при расчете запыленности.

После отборов проб фильтры выдерживают в эксикаторе не менее 2-3 ч. Взвешивание фильтров проводят одновременно с взвешиванием контрольных пустых фильтров. В соответствии с изменением массы контрольного фильтра вносят необходимую поправку в массу запыленного фильтра.

Номограмма разных скоростей движения газа в газоходе и [illegible] пробоотборного устройства

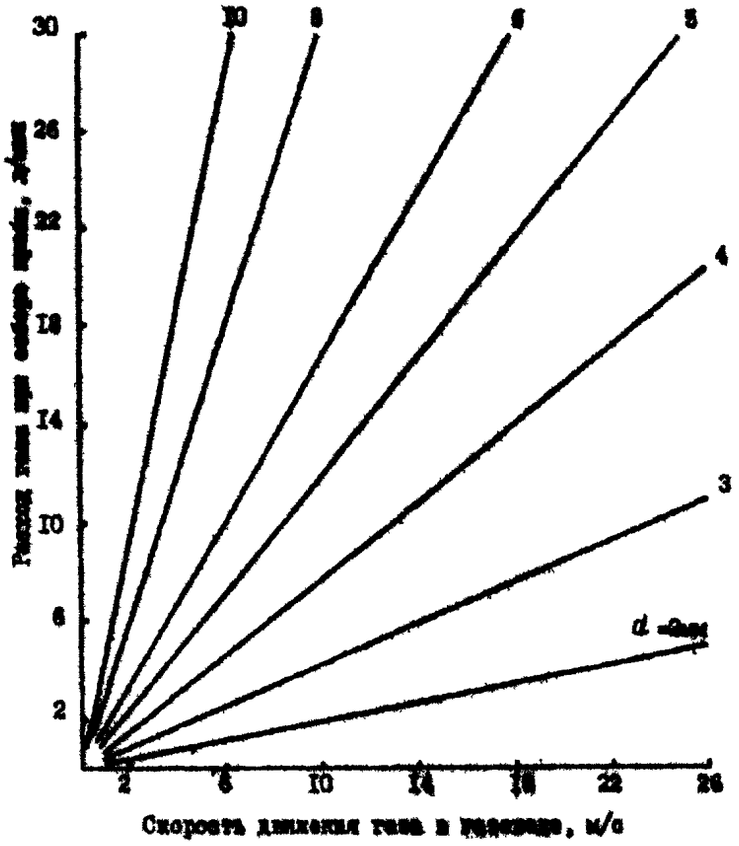

Рис. 7

При необходимости проведения химического и спектрального анализа фильтры после взвешивания аккуратно вкладывают в пакеты из кальки и передают в лабораторию на анализ.

Для получения надежных и точных результатов рекомендуется провести первоначально несколько параллельных замеров запыленности с отбором газа в разных местах сечения газохода. При этом целесообразно разбить сечение газохода на те же участки, в которых проводилось определение скорости газа. Если при замерах окажется, что запыленность газа во всех местах сечения окажется, что запыленность газа во всех местах сечения газохода одинакова, в дальнейшем можно проводить замеры в одном месте, например, на оси газохода. В противном случае, следует определять средневзвешенное значение для всего газохода.

3. Средства измерений:

- пробоотборные трубки с набором наконечников (рис.6);
- фильтровальные патроны для внешней фильтрации (рис. 8);
- реометры, ГОСТ 9932-75Е;
- воздуходувки, аспираторы, эжекторы, вакуумные трубки;
- фильтры АФА-ВП-10, АФА-ВП-20, ТУ 95-743-80, бумажные фильтры (рис. 9);
- термометры, шкала 0-250 °С, ГОСТ 215-73Е;
- шкаф сушильный;
- U-образные манометры;
- секундомеры, ГОСТ 8.423-81;
- барометр, ТУ 2504-1797-75;
- поглотители влаги;
- ловушки для капель типа К-29, ТУ 25-11-227-68;
- комплект оборудования, включающий пневмометрическую и пробоотборную трубки, фильтровальный патрон НИИОгаза, реометры, воздуходувку ВИ-1 с электродвигателем;
- комплект оборудования, включающий пробоотборную и пневмометрическую трубки Гинцветмета, фильтровальный патрон, психрометр, воздуходувку ВР-45;
- микроманометр с наклонной трубкой ММН-240, ГОСТ 11167-71;
- аспирирующее устройство;
- патроны для фильтров АФА пластмассовые или металлические;
- патроны для фильтров АФА пластмассовые или металлические;
- фильтродержатели, ТУ 95-72-05-77;
- эксикатор, ГОСТ 6371-73;
- весы аналитические, класс 2, тип ВЛА или ВЛР-200, ГОСТ 24104-80Е;
- психрометр аспирационный МВ-4м;
- реометр шариковый сухой (на 30 л/мин).

Патрон для фильтра

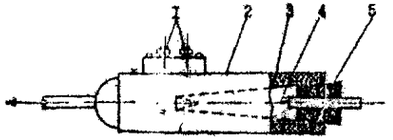

Рис. 8

1 – электроконтакт;
2 – асбестовая изоляция, окрашенная для склеивания тканью;
3 – электронагревательная спираль;
4 – бумажный фильтр;
5 – разъемная коробка.

Бумажный фильтр

(развертка и операции по изготовлению)

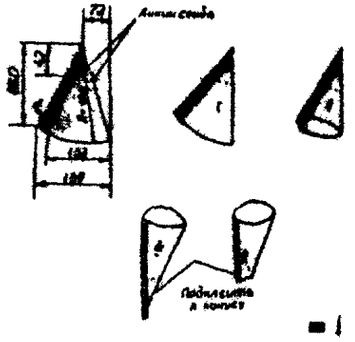

Рис. 9

I – поверхности, покрываемые клеем.

4. Подготовка и проведение измерений

На участке газохода, выбранном для замеров, оборудуют штуцера и приваривают прутки для крепления оборудования. Штуцера делают из металлических трубок с завинчивающимися крышками, имеющих внутренний диаметр 50 мм, длину 40-50 мм. На расстоянии 30-70 мм выше штуцера приваривают металлический пруток диаметром 10 мм, длиной 1 м. При отсутствии работ штуцера должны быть закрыты. На круглом газоходе штуцера располагают на взаимно перпендикулярных направлениях диаметров. Если диаметр круглого газохода менее 1,6 м, оборудуют 2 штуцера, более 1,6 м – 4 штуцера. На прямоугольном газоходе штуцера оборудуют на перпендикулярных друг другу стенах газохода.

Собирают схему, состоящую из пневмометрических трубок и микроманометров, и определяют коэффициент распределения скоростей газа по сечению газохода и динамический напор в центре газохода.

Плотность газа в газоходе и его скорость в центре газохода определяют по формулам, приведенным в разделе 1. Определяют температуру и давление газа в газоходе, замеряют атмосферное давление.

Собирают схему установки (рис. 10) для отбора проб на запыленность методом внешней фильтрации с применением простой пылезаборной трубки. Запыленный газ отбирают из газохода трубкой 6, пропускают через фильтр, установленный в фильтровальном патроне 7. Очищенный газ поступает в диафрагму 10 реометра 20, далее в воздуходувку 22 и выбрасывается в атмосферу.

Перед реометром измеряют температуру газа термометром 9, а разрежение – ртутным манометром 19. на линии от фильтровального патрона 7 до термометра 9 находится зажим 8. с помощью этого зажима изменяют направление потока в случае отбора влажных газов, при этом поток направляется в каплеуловитель 16, поглотитель влаги 17 и подогреватель газа 18. При отборе проб газа на запыленность не следует допускать конденсацию влаги в трубке 6, фильтре 7 и диафрагме реометра 10, так как это может привести к большим ошибкам.

На выходе газа из каплеуловителя и поглотителя влаги газ следует подогреть и тем самым избежать конденсации влаги в реометре 10. При отборе газа с невысоким содержанием влаги зажим 8 следует открыть, а зажим 14 закрыть. С помощью зажима 21, установленного перед воздуходувкой на тройнике 12, один конец которого соединен с атмосферой, изменяют подсос воздуха в воздуходувку и таким образом регулируют расход при отборе газа из газохода.

Пробоотборная трубка 6, фильтровальный патрон 7 и подогреватель газа 18 подключают к источнику тока напряжением 12 В через понижающий трансформатор 4. Зажим 2 служит для отключения всей системы воздуходувки.

Проверяют герметичность системы, для чего закрывают зажим 21 и носик заборной трубки и включают воздуходувку 22. При исправной системе реометр 20 должен показать отсутствие расхода газа, а ртутный манометр 19 должен показать перепад 50-200 мм рт. ст.

В фильтровальный патрон 7 вставляют фильтр, открывают зажим 21, включают воздуходувку 22; с помощью зажима 21 устанавливают расчетный расход газа. По мере осаждения пыли на фильтр его сопротивление возрастает и расход газа через реометр 20 падает. Поэтому необходимо в процессе опыта и вручную зажимом 21 поддерживать постоянный заданный расход газа через реометр 20. После окончания опыта (продолжительность опыта составляет от 3-5 мин при запыленности газа 1-100 г/м³ до 20-30 мин при запыленности газа 0,001-0,1 г/м³) воздуходувку включают, вынимают фильтр из патрона 7 и заменяют новым.

Записывают дату проведения опыта, время начала и окончания опыта, номер фильтра, скорость отбора газа, температуру и разрежение перед реометром, температуру и разрежение в газоходе, динамический напор, атмосферное давление.

Схема установки для определения запыленности газа методом внешней фильтрации

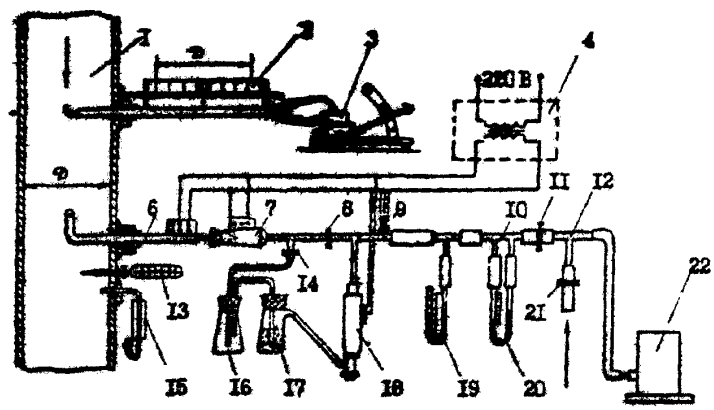

Рис. I0

I – насос; 2 – линейка; 3 – микроманометр; 4 – трансформатор; 5 – пневмометрическая трубка; 6 – заборная трубка; 7 – фильтродержатель; 8, II, I4, 2I – вентили; 9, I3 – термометры; I0 – диафрагма; I2 – тройник; I5, I9 – манометры; I6 – напылитель; I7 – выключатель вакуума; I8 – подогреватель газа; 20 – ротаметр; 22 – вакуумнасос.

После проведения опытов пробоотборная трубка вынимается из газохода и прочищается. Собранная пыль взвешивается. Использованные фильтры высушивают в течение 2-3 ч. в эксикаторе и взвешивают. Результаты измерений и расчетов записывают в журнал.

Перед изменением запыленности влажных газов необходимо определить влажность газа с помощью психрометра.

5. Обработка результатов измерений.

Концентрацию (С г/м³) пыли в газовом потоке при нормальных условиях определяют по формуле:

$$C = \frac{(m \pm a + в)}{V_O} \text{ x } 1000, \qquad (6)$$

где m – увеличение массы фильтра, г;

а – изменение массы пустого фильтра, г;

Vo – отобранный объем газа при нормальных условиях (см. формулу 5), л;

в – количество пыли, осевшей в пробоотборной трубке, г.

Пример. Для определения запыленности газа взят бумажный фильтр, масса которого при первоначальном взвешивании была равна 1,12 г, после отбора газа в течение 25 мин с расходом 15 л/мин масса фильтра увеличивалась до 1,24г.

Масса контрольного фильтра при первом взвешивании составила 1,14 г, при втором 1,18 г. После проведения замеров пробоотборная трубка была прочищена и масса собранной пыли оказалась равной 0,015 г. Находим:

m = 1,24 – 1,12 = 0,12 г.

а = 1,14 – 1,18 = 0,04 г.

$в = \frac{0{,}015}{5} = 0{,}003$ г.

По формуле (6):

$$C = \frac{0{,}12 + 0{,}003 - 0{,}04}{15x25} \text{x} 1000 = \frac{83}{375} = 0{,}221 \text{ г/м}^3$$

6. Техника безопасности.

При определении запыленности газов в газоходах работающие должны быть обеспечены спецодеждой, необходимыми материалами и оборудованием в соответствии с требованиями безопасного проведения указанных работ на данном предприятии.

Площадки для производства замеров должны быть ограждены перилами и бортовыми листами согласно требованиям ГОСТ 12.2.062 – 81 и «Общих правил безопасности для предприятий и организаций металлургической промышленности». Работы на высоте следует проводить в соответствии с требованиями СНиП 3-4-80.

Таблица 9

Значения удельных выбросов вредных веществ автомобильным транспортом (по годам XII пятилетки) и коэффициента влияния факторов

Группы автомобилей	Удельный выброс вредных веществ, г/км															Коэффициент влияния	
	1986			1987			1988			1989			1990				
	Оксидов углерода	Углеводородов	Оксидов азота	Оксидов углерода	Углеводородов	Оксидов азота	Оксидов углерода	Углеводородов	Оксидов азота	Оксидов углерода	Углеводородов	Оксидов азота	Оксидов углерода	Углеводородов	Оксидов азота	Среднего возраста парка, П	Уровня технического состояния, R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Грузовые, специальные грузовые с бензиновыми ДВС и работающие на сжиженном нефтяном газе (пропан-бутан)	61,9	13,3	8,0	60,3	13,0	7,7	58,7	12,7	7,4	57,1	12,3	7,1	55,5	12,0	6,8	1,33	1,69
Грузовые и специальные грузовые дизельные	15,0	6,4	8,5	1,5	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	1,33	1,80
Грузовые и специальные грузовые, работающие на сжатом природном газе	30,0	10,0	8,0	30,0	10,0	8,0	30,0	10,0	8,0	25,0	8,0	7,5	25,0	7,5	7,5	-	-
Автобусы с бензиновыми ДВС	57,5	10,7	8,0	56,0	10,5	7,6	54,5	10,2	7,2	53,0	9,9	6,8	51,5	9,6	6,4	1,32	1,69
Автобусы с дизельными ДВС	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	1,27	1,80
Легковые служебные и специальные	18,7	2,25	2,7	18,2	2,09	2,58	17,7	1,93	2,47	17,1	1,76	2,35	16,5	1,6	2,23	1,28	1,63
Легковые индивидуального пользования	17,9	2,1	2,6	17,4	2,0	2,5	17,0	1,9	2,4	16,55	1,75	2,3	16,1	1,6	2,19	1,28	1,62

gost.e-ecolog.ru