Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
(ГОСКОМГИДРОМЕТ)

Общесоюзный нормативный документ

МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВЫБРОСАХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ОНД-86
ГОСКОМГИДРОМЕТ

Утверждена
Председателем
Государственного комитета СССР
по гидрометеорологии
и контролю природной среды
4 августа 1986 г. № 192

Согласована
Госстроем СССР
7 января 1986 г. № ДП-76-1

Согласована
Минздравом СССР
7 февраля 1986 г. № 04-4/259-4

ЛЕНИНГРАД ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1987

gost.e-ecolog.ru

УДК 502.5(203)

Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86

Устанавливает требования в части расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе при размещении и проектировании предприятий, нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий, а также при проектировании воздухозаборных сооружений.

Предназначена для ведомств и организаций, осуществляющих разработки по размещению, проектированию и строительству промышленных предприятий, нормированию вредных выбросов в атмосферу, экспертизе и согласованию атмосфероохранных мероприятий.

Разработана ордена Трудового Красного Знамени Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова Госкомгидромета (научный руководитель д-р физ.-мат. наук, проф. М. Е. Берлянд; ответственные исполнители — канд. физ.-мат. наук Е. Л. Геннхович,- канд. физ.-мат. наук Р. И. Оникул; исполнители: — канд. геогр. наук Н. С. Буренин, канд. геогр. наук Б. Б. Горошко, канд. физ.-мат. наук Н. М. Зражевский, д-р геогр. наук Э. Ю. Безуглая, канд. техн. наук Н. Ш. Вольберг, канд. физ.-мат. наук Н. Г. Грачева, канд. физ.-мат. наук В. С. Елисеев, канд. физ.-мат. наук Л. Г. Хуршудян, А. М. Царев, канд. физ.-мат. наук С. С. Чичерин, М. Н. Зашихин, Я. С. Канчан, М. И. Коновалов, Т. А. Кузьмина, А. С. Кулик, А. А. Павленко, Г. А. Панфилова, Б. Н. Пьянцев, Г. П. Расторгуева, З. Г. Тульчинская, Е. Н. Филатова, А. М. Царев) с использованием результатов разработок МНИИГ им. Ф. Ф. Эрисмана Минздрава РСФСР (ответственный исполнитель д-р мед. наук Р. С. Гильденскиольд), ЦОЛИУВ Минздрава СССР (ответственный исполнитель д-р мед. наук, проф. К. А. Буштуева), ИПГ Госкомгидромета (ответственные исполнители д-р техн. наук, проф. Е. Н. Теверовский, О. П. Тищенко); НЭМ Госкомгидромета (ответственный исполнитель канд. физ.-мат. наук Е. К. Гаргер), треста «Энергоцветметгазоочистка» Минцветмета СССР (ответственный исполнитель Г. Г. Величко); Гипромеза Минчермета СССР (ответственный исполнитель канд. техн. наук В. Н. Шаприцкий); ЦНИИпромзданий Госстроя СССР (ответственный исполнитель З. И. Константинова); МЭИ Минвуза СССР (ответственный исполнитель д-р техн. наук, проф. Э. П. Волков); ВТИ Минэнерго (ответственный исполнитель д-р техн. наук Л. И. Кропп); БелВНИИПИЭнергопрома Минэнерго (ответственный исполнитель д-р техн. наук, проф. А. К Внуков); Института механики МГУ Минвуза РСФСР (ответственный исполнитель канд. физ.-мат. наук Г. Е. Худяков); ЛИСИ Минвуза РСФСР (ответственный исполнитель д-р техн. наук, проф. А. А. Гусев).

Приложениями к настоящему ОНД, издаваемыми отдельно, являются согласованные с Госкомгидрометом и Госстроем СССР рекомендательные и справочные материалы по методическим вопросам расчета концентраций вредных веществ в атмосфере. Приложением к ОНД являются также разрабатываемые модификации унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) для различных ЭВМ, согласованные с Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова.

Редакторы: М. Я. Берлянд, Н. К. Гасилина, Е. Л. Геннхович,
Р. И. Оникул (Госкомгидромет СССР),
В. А. Глухарев (Госстрой СССР)

Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (Госкомгидромет)	Общесоюзный нормативный документ	ОНД-86
	Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий	Взамен СН 369-74

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие нормы устанавливают методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Нормы должны соблюдаться при проектировании предприятий, а также при нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий.

1.2. Нормы предназначены для расчета приземных концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикального распределения концентраций.

Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости ветра. Нормы не распространяются на расчет концентраций на дальних (более 100 км) расстояниях от источников выброса.

1.3. В зависимости от высоты H устья источника выброса вредного вещества над уровнем земной поверхности указанный источник относится к одному из следующих четырех классов: а) высокие источники, $H \geqslant 50$ м; б) источники средней высоты, $H = 10 \ldots 50$ м; в) низкие источники, $H = 2 \ldots 10$ м; г) наземные источники, $H \leqslant 2$ м.

Для источников всех указанных классов в расчетных формулах длина (высота) выражена в метрах, время — в секундах, масса вредных веществ — в граммах, их концентрация в атмосферном воздухе — в миллиграммах на кубический метр, концентрация на выходе из источника — в граммах на кубический метр.

1.4. При одновременном совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких (n) веществ, обладающих в соответствии с перечнем, утвержденным Минздравом СССР, суммацией вред-

Внесена Управлением наблюдений и контроля загрязнения природной среды Госкомгидромета	Утверждена Председателем Госкомгидромета 4 августа 1986 г.	Срок введения 1 января 1987 г.

ного действия, для каждой группы указанных веществ однонаправленного вредного действия рассчитывается безразмерная суммарная концентрация q или значения концентраций n вредных веществ, обладающих суммацией вредного действия, приводятся условно к значению концентрации c одного из них.

Безразмерная концентрация q определяется по формуле

$$q = \frac{c_1}{ПДК_1} + \frac{c_2}{ПДК_2} + \ldots + \frac{c_n}{ПДК_n}, \qquad (1.1)$$

где c_1, c_2, ..., c_n (мг/м³) — расчетные концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе в одной и той же точке местности; $ПДК_1$, $ПДК_2$, ..., $ПДК_n$ (мг/м³) — соответствующие максимальные разовые предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе.

Приведенная концентрация c рассчитывается по формуле

$$c = c_1 + c_2 \frac{ПДК_1}{ПДК_2} + \ldots + c_n \frac{ПДК_1}{ПДК_n}, \qquad (1.2)$$

где c_1 — концентрация вещества, к которому осуществляется приведение; $ПДК_1$ — его ПДК; $c_2 \ldots c_n$ и $ПДК_2 \ldots ПДК_n$ — концентрации и ПДК других веществ, входящих в рассматриваемую группу суммации.

1.5. Расчет концентрации вредных веществ, претерпевающих полностью или частично химические превращения (трансформацию) в более вредные вещества, проводится по каждому исходному и образующемуся веществу отдельно. При этом мощность источников для каждого вещества устанавливается с учетом максимально возможной трансформации исходных веществ в более токсичные. Степень указанной трансформации устанавливается по согласованию с Госкомгидрометом и Минздравом СССР.

1.6. Расчетами определяются разовые концентрации, относящиеся к 20—30-минутному интервалу осреднения.

2. РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ОДИНОЧНОГО ИСТОЧНИКА

2.1. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества $c_м$ (мг/м³) при выбросе газовоздушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии $x_м$ (м) от источника и определяется по формуле

$$c_м = \frac{AMFmn\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \qquad (2.1)$$

где A — коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы; M (г/с) — масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени; F — безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмо-

сферном воздухе; m и n — коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса; H (м) — высота источника выброса над уровнем земли (для наземных источников при расчетах принимается $H=2$ м); η — безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (см. раздел 4), в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta=1$; ΔT (°С) — разность между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси $T_г$ и температурой окружающего атмосферного воздуха $T_в$; V_1 (м³/с) — расход газовоздушной смеси, определяемый по формуле

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} w_0, \qquad (2.2)$$

где D (м) — диаметр устья источника выброса; w_0 (м/с) — средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса.

2.2. Значение коэффициента A, соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным:

а) 250 — для районов Средней Азии южнее 40° с. ш., Бурятской АССР и Читинской области;

б) 200 — для Европейской территории СССР: для районов РСФСР южнее 50° с. ш., для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа, Молдавии; для Азиатской территории СССР: для Казахстана, Дальнего Востока и остальной территории Сибири и Средней Азии;

в) 180 — для Европейской территории СССР и Урала от 50 до 52° с. ш. за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов и Украины;

г) 160 — для Европейской территории СССР и Урала севернее 52° с. ш. (за исключением Центра ЕТС), а также для Украины (для расположенных на Украине источников высотой менее 200 м в зоне от 50 до 52° с. ш. — 180, а южнее 50° с. ш. — 200);

д) 140 — для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

Примечание.

Для других территорий значения коэффициента A должны приниматься соответствующими значениям коэффициента A для районов СССР со сходными климатическими условиями турбулентного обмена.

2.3. Значения мощности выброса M (г/с) и расхода газовоздушной смеси V_1 (м³/с) при проектировании предприятий определяются расчетом в технологической части проекта или принимаются в соответствии с действующими для данного производства (процесса) нормативами. В расчете принимаются сочетания M и V_1, реально имеющие место в течение года при установленных (обычных) условиях эксплуатации предприятия, при которых достигается максимальное значение c_m.

Примечания.

1. Значение M следует относить к 20—30 минутному периоду осреднения, в том числе и в случаях, когда продолжительность выброса менее 20 мин.

2. Расчеты концентраций, как правило, проводятся по тем веществам, выбросы которых удовлетворяют требованиям п. 5.21.

2.4. При определении значения ΔT (°С) следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха $T_в$ (°С), равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01—82, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси $T_г$ (°С) — по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Примечания.

1. *Для котельных, работающих по отопительному графику, допускается при* расчетах принимать значения $T_в$ равными средним температурам наружного воздуха за самый холодный месяц по СНиП 2.01.01—82.

2. При отсутствии данных по $T_в$ в СНиП 2.01.01—82 они запрашиваются в территориальном управлении Госкомгидромета (УГКС) по месту расположения предприятия.

2.5. Значение безразмерного коэффициента F принимается:

а) для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т. п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) — 1;

б) для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в п. 2.5а) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % — 2; от 75 до 90 % — 2,5; менее 75 % и при отсутствии очистки — 3.

Примечания.

1. При наличии данных о распределении на выбросе частиц аэрозолей по размерам определяются диаметр d_g, так что масса всех частиц диаметром больше d_g составляет 5 % общей массы частиц, и соответствующая d_g скорость оседания v_g (м/с). Значение коэффициента F устанавливается в зависимости от безразмерного отношения $v_g/u_м$, где $u_м$ — опасная скорость ветра (см. п. 2.9). При этом $F=1$ в случае $v_g/u_м \leqslant 0{,}015$ и $F=1{,}5$ в случае $0{,}015 < v_g/u_м \leqslant 0{,}030$. Для остальных значений $v_g/u_м$ коэффициент F устанавливается согласно п. 2.5б.

2. Вне зависимости от эффективности очистки значение коэффициента F принимается равным 3 при расчетах концентраций пыли в атмосферном воздухе для производств, в которых содержание водяного пара в выбросах достаточно для того, чтобы в течение всего года наблюдалась его интенсивная конденсация сразу же после выхода в атмосферу, а также коагуляция влажных пылевых частиц (например, при производстве глинозема мокрым способом).

2.6. Значения коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f, $v_м$, $v'_м$ и f_e:

$$f = 1000\,\frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T}; \qquad (2.3)$$

$$v_м = 0{,}65\,\sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}; \qquad (2.4)$$

$$v'_м = 1{,}3\,\frac{w_0 D}{H}; \qquad (2.5)$$

$$f_e = 800\,(v'_м)^3. \qquad (2.6)$$

Коэффициент m определяется в зависимости от f по рис. 2.1 или по формулам:

$$m = \frac{1}{0{,}67 + 0{,}1\sqrt{f} + 0{,}34\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100; \tag{2.7а}$$

$$m = \frac{1{,}47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f \geqslant 100. \tag{2.7б}$$

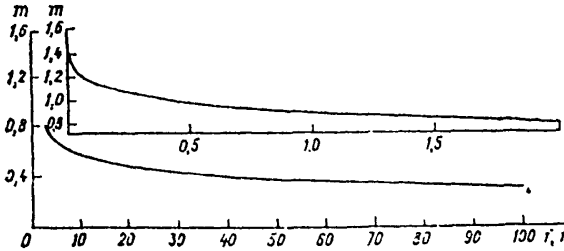

Рис. 2.1

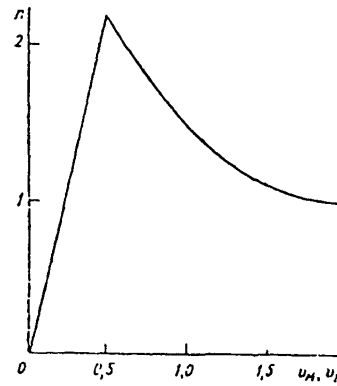

Рис. 2.2.

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от $v_м$ по рис. 2.2 или формулам

$$n = 1 \quad \text{при } v_м \geqslant 2; \tag{2.8а}$$

$$n = 0{,}532v_м^2 - 2{,}13v_м + 3{,}13 \quad \text{при } 0{,}5 \leqslant v_м < 2; \tag{2.8б}$$

$$n = 4{,}4v_м \quad \text{при } v_м < 0{,}5. \tag{2.8в}$$

При $f \geqslant 100$ или $\Delta T \approx 0$ коэффициент n вычисляется по п. 2.7.

2.7. Для $f \geqslant 100$ (или $\Delta T \approx 0$) и $v'_м \geqslant 0{,}5$ (холодные выбросы) при расчете $c_м$ вместо формулы (2.1) используется формула

$$c_м = \frac{AMFn\eta}{H^{4/3}} K, \tag{2.9}$$

где

$$K = \frac{D}{8V_1} = \frac{1}{7{,}1\sqrt{\omega_0 V_1}}, \tag{2.10}$$

причем n определяется по формулам (2.8а)—(2.8в) при $v_м = v'_м$.

Аналогично при $f < 100$ и $v_м < 0{,}5$ или $f \geqslant 100$ и $v'_м < 0{,}5$ (случаи предельно малых опасных скоростей ветра) расчет $c_м$ вместо (2.1) производится по формуле

$$c_м = \frac{AMFm'\eta}{H^{4/3}}, \tag{2.11}$$

где

$$m' = 2{,}86m \text{ при } f < 100, \quad v_м < 0{,}5; \tag{2.12а}$$

$$m' = 0{,}9 \text{ при } f \geqslant 100, \quad v'_м < 0{,}5. \tag{2.12б}$$

Примечание.
Формулы (2.9), (2.11) являются частными случаями общей формулы (2.1).

2.8. Расстояние $x_м$ (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация c (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения $c_м$, определяется по формуле

$$x_м = \frac{5 - F}{4} dH, \tag{2.13}$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находится по формулам:

$$d = 2{,}48\left(1 + 0{,}28\sqrt[3]{f_e}\right) \text{ при } v_м \leqslant 0{,}5; \tag{2.14а}$$

$$d = 4{,}95v_м\left(1 + 0{,}28\sqrt[3]{f}\right) \text{ при } 0{,}5 < v_м \leqslant 2; \tag{2.14б}$$

$$d = 7\sqrt{v_м}\left(1 + 0{,}28\sqrt[3]{f}\right) \text{ при } v_м > 2. \tag{2.14в}$$

При $f > 100$ или $\Delta T \approx 0$ значение d находится по формулам:

$$d = 5{,}7 \text{ при } v'_м \leqslant 0{,}5; \tag{2.15а}$$

$$d = 11{,}4v'_м \text{ при } 0{,}5 < v'_м \leqslant 2; \tag{2.15б}$$

$$d = 16\sqrt{v'_м} \text{ при } v'_м > 2. \tag{2.15в}$$

2.9. Значение опасной скорости $u_м$ (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наиболь-

шее значение приземной концентрации вредных веществ c_M, в случае $f < 100$ определяется по формулам:

$$u_м = 0{,}5 \text{ при } v_м \leqslant 0{,}5; \quad (2.16а)$$

$$u_м = v_м \text{ при } 0{,}5 < v_м \leqslant 2; \quad (2.16б)$$

$$u_м = v_м(1 + 0{,}12\sqrt{f}) \text{ при } v_м > 2. \quad (2.16в)$$

При $f \geqslant 100$ или $\Delta T \approx 0$ значение $u_м$ вычисляется по формулам:

$$u_м = 0{,}5 \text{ при } v'_м \leqslant 0{,}5; \quad (2.17а)$$

$$u_м = v'_м \text{ при } 0{,}5 < v'_м \leqslant 2; \quad (2.17б)$$

$$u_м = 2{,}2v'_м \text{ при } v'_м > 2. \quad (2.17в)$$

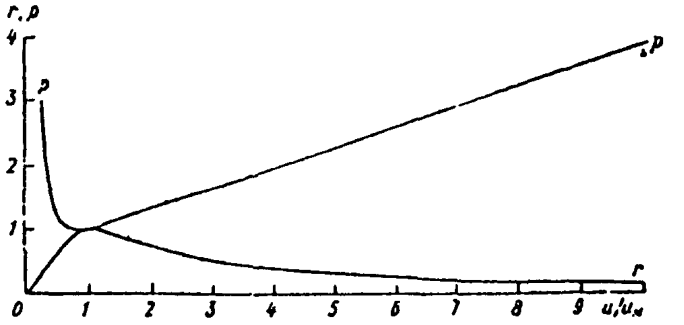

Рис. 2.3

2.10. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества $c_{мu}$ (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u (м/с), отличающейся от опасной скорости ветра $u_м$ (м/с), определяется по формуле

$$c_{мu} = rc_м, \quad (2.18)$$

где r — безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения $u/u_м$ по рис. 2.3 или по формулам:

$$r = 0{,}67\,(u/u_м) + 1{,}67\,(u/u_м)^2 - 1{,}34\,(u/u_м)^3 \text{ при } u/u_м \leqslant 1; \quad (2.19а)$$

$$r = \frac{3\,(u/u_м)}{2\,(u/u_м)^2 - (u/u_м) + 2} \text{ при } u/u_м > 1. \quad (2.19б)$$

Примечание.

При проведении расчетов не используются значения скорости ветра $u < 0{,}5$ м/с, а также скорости ветра $u > u^*$, где u^* — значение скорости ветра, превышаемое в данной местности в среднем многолетнем режиме в 5 % случаев. Это значение запрашивается в УГКС Госкомгидромета, на территории которого располагается предприятие, или определяется по климатическому справочнику.

2.11. Расстояние от источника выброса $x_{мu}$ (м), на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических усло-

виях приземная концентрация вредных веществ достигает максимального значения $c_{м\,и}$ (мг/м³), определяется по формуле:

$$x_{м\,и} = px_м, \tag{2.20}$$

где p — безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения $u/u_м$ по рис. 2.3 или по формулам:

$$p = 3 \text{ при } u/u_м \leqslant 0{,}25; \tag{2.21а}$$

$$p = 8{,}43\,(1 - u/u_м)^5 + 1 \text{ при } 0{,}25 < u/u_м \leqslant 1; \tag{2.21б}$$

$$p = 0{,}32u/u_м + 0{,}68 \text{ при } u/u_м > 1. \tag{2.21в}$$

2.12. При опасной скорости ветра $u_м$ приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях x (м) от источника выброса определяется по формуле

$$c = s_1 c_м, \tag{2.22}$$

где s_1 — безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения $x/x_м$ и коэффициента F по рис. 2.4 или по формулам:

$$s_1 = 3\,(x/x_м)^4 - 8\,(x/x_м)^3 + 6\,(x/x_м)^2 \text{ при } x/x_м \leqslant 1; \tag{2.23а}$$

$$s_1 = \frac{1{,}13}{0{,}13\,(x/x_м)^2 + 1} \text{ при } 1 < x/x_м \leqslant 8; \tag{2.23б}$$

$$s_1 = \frac{x/x_м}{3{,}58\,(x/x_м)^2 - 35{,}2\,(x/x_м) + 120} \text{ при } F \leqslant 1{,}5 \text{ и } x/x_м > 8; \tag{2.23в}$$

$$s_1 = \frac{1}{0{,}1\,(x/x_м)^2 + 2{,}47\,(x/x_м) - 17{,}8} \text{ при } F > 1{,}5 \text{ и } x/x_м > 8. \tag{2.23г}$$

Для низких и наземных источников (высотой H не более 10 м) при значениях $x/x_м < 1$ величина s_1 в (2.22) заменяется на величину $s_1^н$, определяемую в зависимости от $x/x_м$ и H по рис. 2.5 или по формуле

$$s_1^н = 0{,}125\,(10 - H) + 0{,}125\,(H - 2)\,s_1 \text{ при } 2 \leqslant H < 10. \tag{2.24}$$

Примечание.

Аналогично определяется значение концентрации вредных веществ на различных расстояниях по оси факела при других значениях скоростей ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях. По формулам (2.18), (2.20) определяются значения величин $c_{м\,и}$ и $x_{м\,и}$. В зависимости от отношения $x/x_{м\,и}$ определяется значение s_1 по рис. 2.4, 2.5 или по формулам (2.23), (2.24). Искомое значение концентрации вредного вещества определяется путем умножения $c_{м\,и}$ на s_1.

2.13. Значение приземной концентрации вредных веществ в атмосфере c_y (мг/м³) на расстоянии y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса определяется по формуле

$$c_y = s_2 c, \tag{2.25}$$

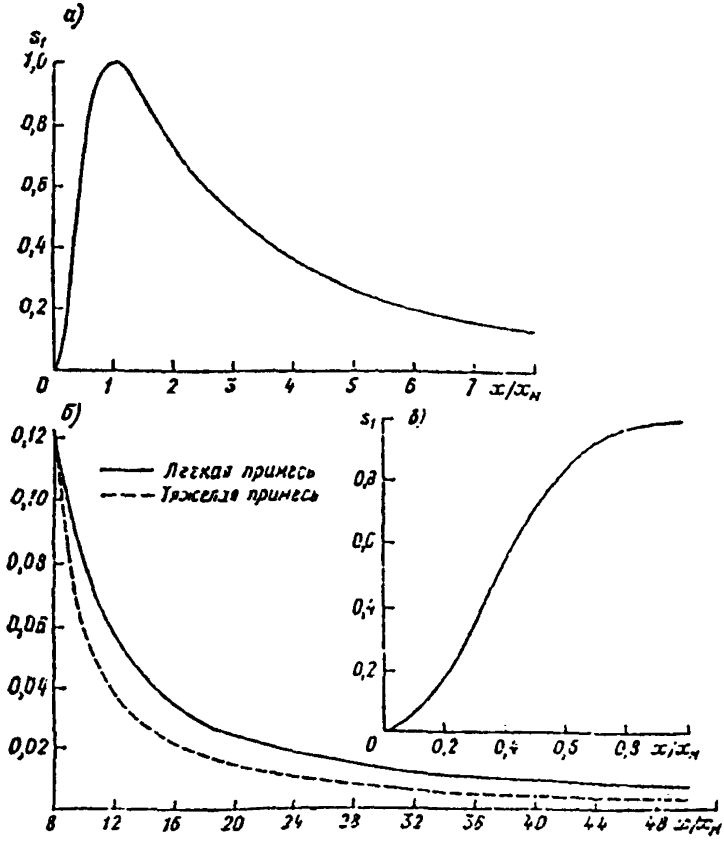

Рис. 2.4

где s_2 — безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра u (м/с) и отношения y/x по значению аргумента t_y:

$$t_y = \frac{uy^2}{x^2} \text{ при } u \leqslant 5; \tag{2.26а}$$

$$t_y = \frac{5y^2}{x^2} \text{ при } u > 5 \tag{2.26б}$$

по рис. 2.6 или по формуле

$$s_2 = \frac{1}{\left(1 + 5t_y + 12.8t_y^2 + 17t_y^3 + 45.1t_y^4\right)^2}, \tag{2.27}$$

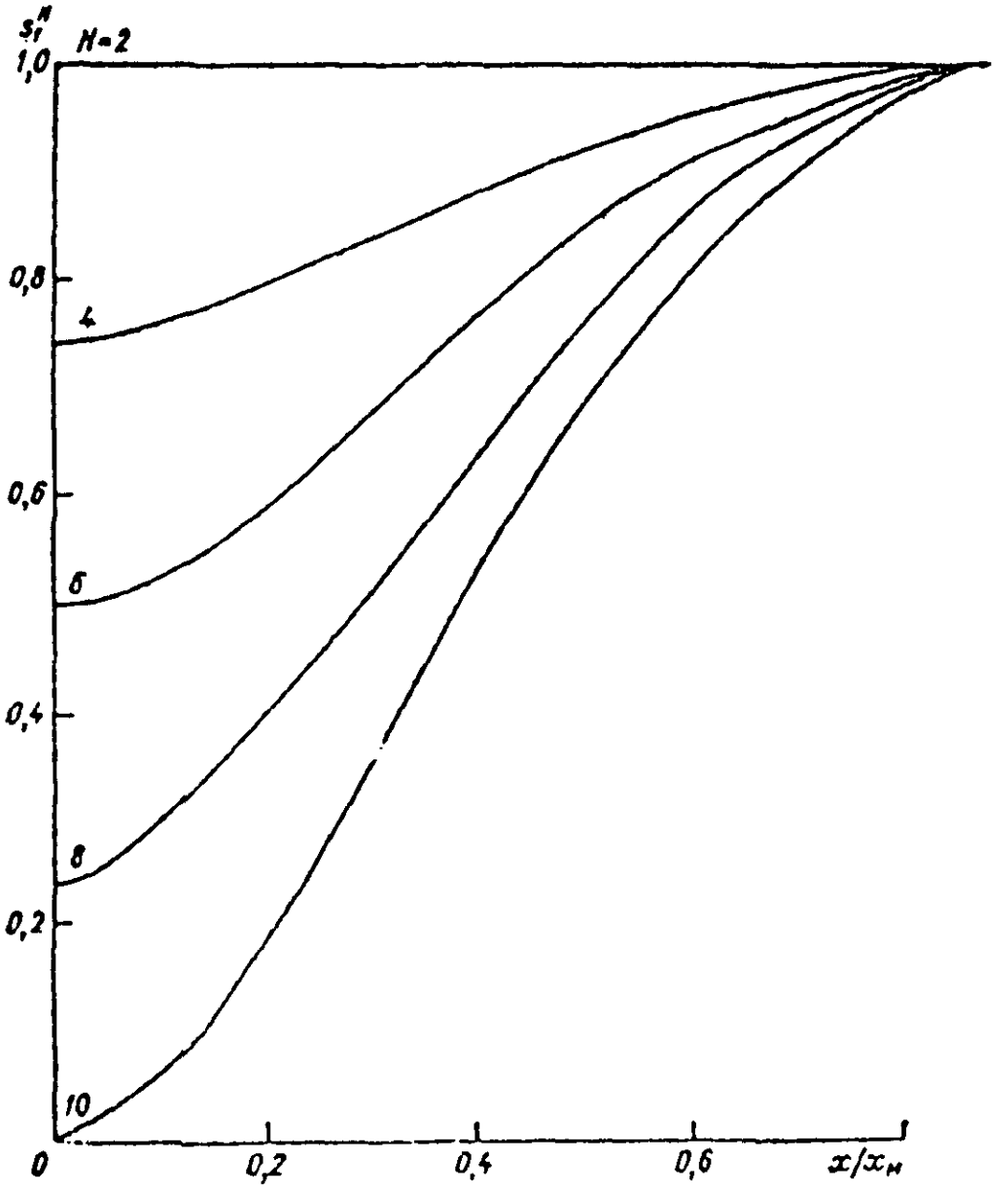
s_1^H
1,0
H=2
0,8
4
0,6
6
0,4
8
0,2
10
0
0,2
0,4
0,6
$x/x_н$

Рис. 2.5

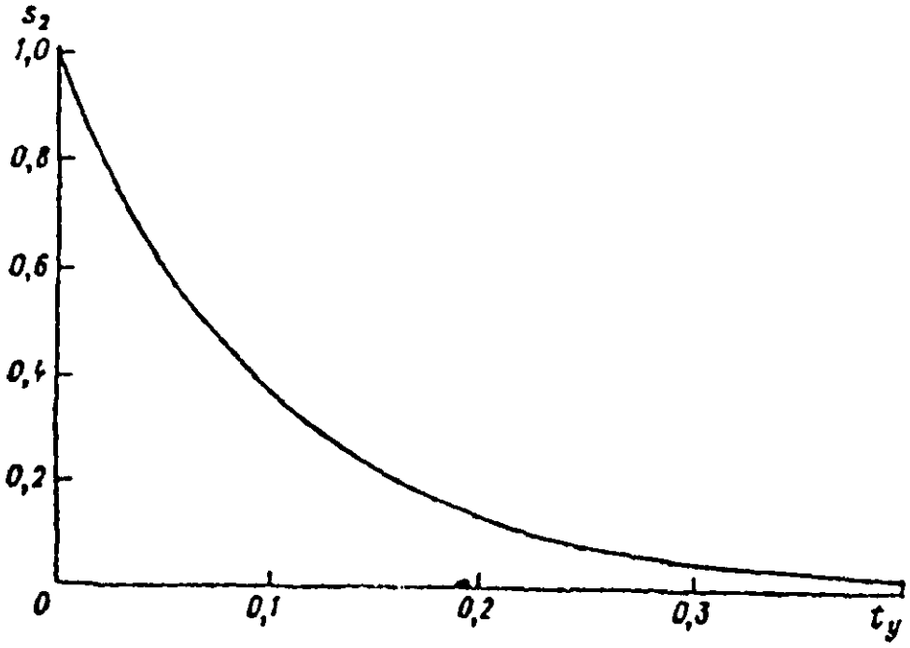
s_2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0
0,1
0,2
0,3
t_y

Рис. 2.6

2.14. Максимальная концентрация $c_{мх}$ (мг/м^3), достигающаяся на расстоянии x от источника выброса на оси факела при скорости ветра $u_{мх}$, определяется по формуле

$$c_{мх} = s_1' c_м, \tag{2.28}$$

где безразмерный коэффициент s_1' находится в зависимости от отношения $x/x_м$ по рис. 2.7 или по формулам:

$$s_1' = 3(x/x_м)^4 - 8(x/x_м)^3 + 6(x/x_м)^2 \text{ при } x/x_м \leqslant 1; \tag{2.29а}$$

$$s_1' = \frac{1,1}{0,1(x/x_м)^2 + 1} \text{ при } 1 < x/x_м \leqslant 8; \tag{2.29б}$$

$$s_1' = \frac{2,55}{0,13\left(\frac{x}{x_м}\right)^2 + 9} \text{ при } 8 < \frac{x}{x_м} \leqslant 24; \tag{2.29в}$$

$$s_1' = \frac{x/x_м}{4,75\left(\frac{x}{x_м}\right)^2 - 140\frac{x}{x_м} + 1435} \text{ при } 24 < \frac{x}{x_м} \leqslant 80; \quad F \leqslant 1,5; \tag{2.29г}$$

$$s_1' = \frac{2,26}{0,1\left(\frac{x}{x_м}\right)^2 + 7,41\frac{x}{x_м} - 160} \text{ при } 24 < \frac{x}{x_м} < 80; \quad F > 1,5; \tag{2.29д}$$

$$s_1' = \frac{x/x_м}{3,58\left(\frac{x}{x_м}\right)^2 - 35,2\frac{x}{x_м} + 120} \text{ при } \frac{x}{x_м} > 80; \quad F \leqslant 1,5; \tag{2.29е}$$

$$s_1' = \frac{1}{0,1\left(\frac{x}{x_м}\right)^2 + 2,47\frac{x}{x_м} - 17,8} \text{ при } \frac{x}{x_м} > 80; \quad F > 1,5. \tag{2.29ж}$$

Скорость ветра $u_{мх}$ при этом рассчитывается по формуле

$$u_{мх} = f_1 u_м, \tag{2.30}$$

где безразмерный коэффициент f_1 определяется в зависимости от отношения $x/x_м$ по рис. 2.8 или по формулам:

$$f_1 = 1 \text{ при } x/x_м \leqslant 1; \tag{2.31а}$$

$$f_1 = \frac{0,75 + 0,25x/x_м}{1 + (x/9x_м)^3} \text{ при } 1 < x/x_м \leqslant 8; \tag{2.31б}$$

$$f_1 = 0,25 \text{ при } 8 < x/x_м < 80; \tag{2.31в}$$

$$f_1 = 1,0 \text{ при } x/x_м \geqslant 80. \tag{2.31г}$$

Примечание.

Если рассчитанная по формуле (2.30) скорость ветра $u_{мх} < 0,5$ м/с или $u_{мх} > u^*$ (см. п. 2.10), то величина $c_{мх}$ определяется как максимальное значение из

концентраций на расстоянии x, рассчитанных при трех скоростях ветра: 0,5 м/с, $u_м$, u^*; соответствующая $c_{мx}$ скорость ветра принимается за $u_{мx}$.

2.15. Расчеты распределения концентраций c_z (мг/м³) на разных высотах z (м) над подстилающей поверхностью при $x < x_{мu}$ производятся по формуле

$$c_z = r c_м s_1 s_2. \tag{2.32}$$

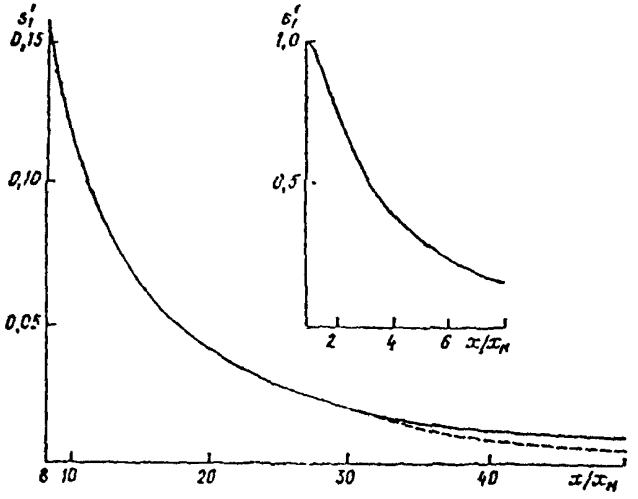

Рис. 2.7

Значения $c_м$, r и s_2 вычисляются согласно п. 2.1, 2.7, 2.10 и 2.13, а коэффициент s_1 определяется в зависимости от параметров b_1 и b_2 по рис. 2.9 или по формулам:

$$s_1 = s_1(b_1)\,\frac{[1+0{,}1\,(b_2-1)^2]}{[b_1^3+0{,}1\,(b_2-1)^2]}\left[1+\frac{(b_2+0{,}2)\,(b_1^3-1)}{b_2+(b_2+0{,}2)\,(1+0{,}1\,(b_2-1)^2)}\right]$$

при $b_1 \leqslant 1$; (2.33а)

$$s_1 = s_1(b_1) \text{ при } b_1 > 1. \tag{2.33б}$$

Здесь

$$b_1 = x/x_{мu}; \tag{2.34}$$

$$b_2 = \frac{z}{(1+5d_2)\,H}; \tag{2.35}$$

$$d_2 = 0{,}06 v_м \sqrt[3]{f}/u + 0{,}034\,(v_м/u)^3 \text{ при } f < 100; \tag{2.36а}$$

$$d_2 = 0{,}28 v_м'/u + 0{,}034\,(v_м'/u)^3 \text{ при } f \geqslant 100. \tag{2.36б}$$

При $f_e \leqslant f < 100$ коэффициент d_2 вычисляется по формуле (2.36а) при $f = f_e$; при $v_м < 0{,}5$ или $v_м' < 0{,}5$ соответственно в (2.36а) и (2.36б) принимается $v_м = 0{,}5$ или $v_м' = 0{,}5$.

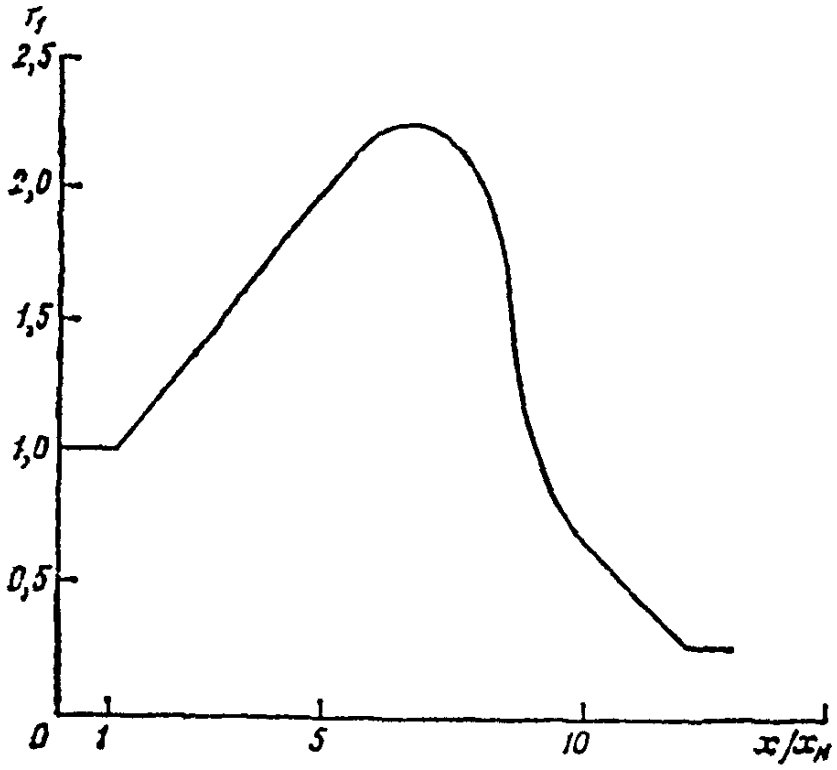

Рис. 2.8

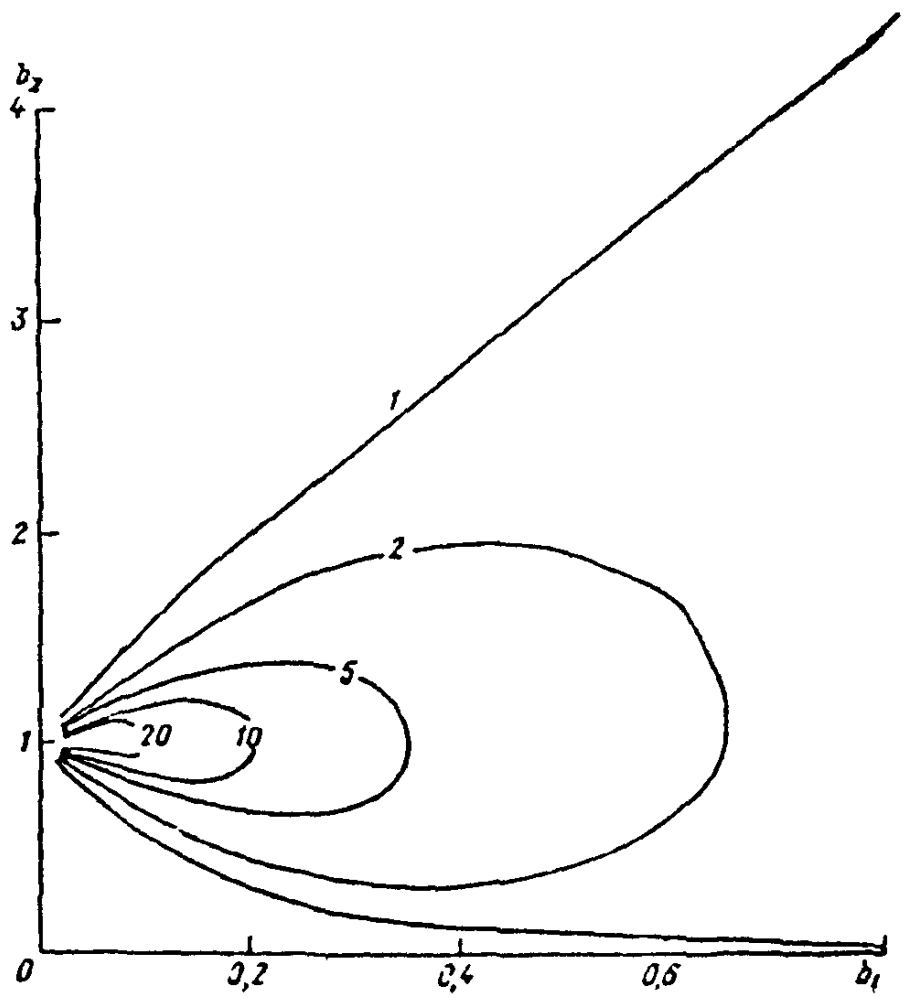

Рис. 2.9

Опасная скорость ветра $u_{мz}$ (м/с) на уровне флюгера, при которой на высоте z достигается максимальная концентрация, определяется по формуле

$$u_{мz} = l_1 u_м. \tag{2.37}$$

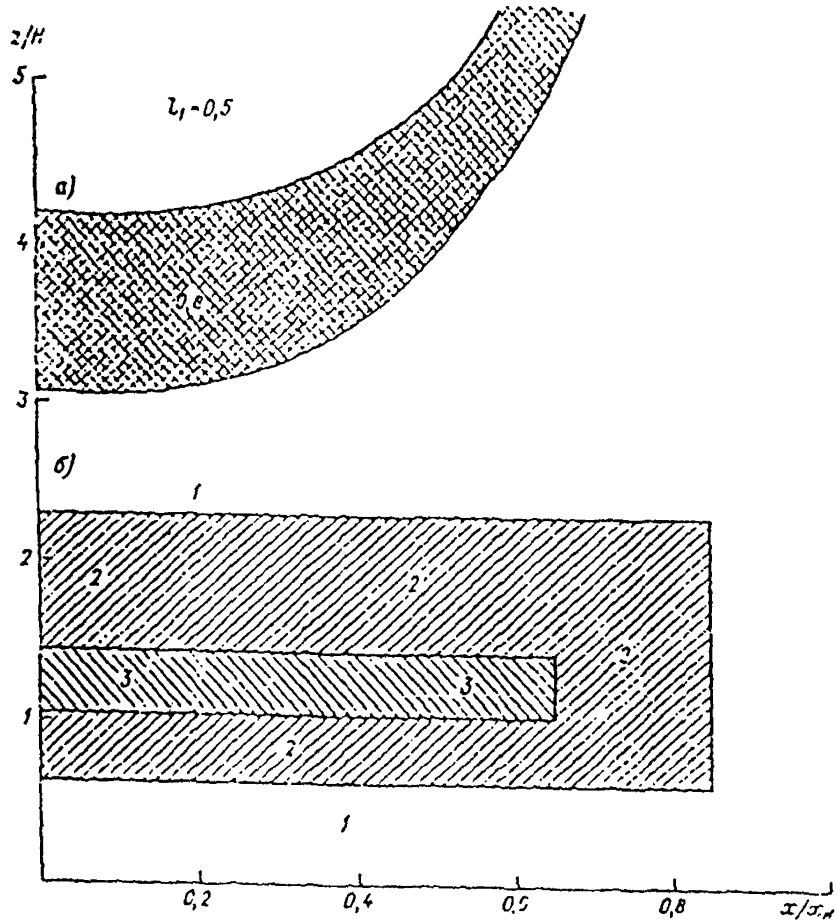

Рис. 2.10

Коэффициент l_1 определяется в зависимости от $x/x_м$ по рис. 2.10.

2.16. Расчеты загрязнения атмосферы при выбросах газовоздушной смеси из источника с прямоугольным устьем (шахты) производятся по приведенным выше формулам при средней скорости w_0 и значениях $D = D_э$ (м) и $V_1 = V_{1э}$ (м³/с).

Средняя скорость выхода в атмосферу газовоздушной смеси w_0 (м/с) определяется по формуле

$$w_0 = \frac{V_1}{Lb}, \tag{2.38}$$

где L (м) — длина устья; b (м) — ширина устья.

Эффективный диаметр устья $D_э$ (м) определяется по формуле

$$D_э = \frac{2Lb}{L+b}. \qquad (2.39)$$

Эффективный расход выходящей в атмосферу в единицу времени газовоздушной смеси $V_{1э}$ (м³/с) определяется по формуле

$$V_{1э} = \frac{\pi D_э^2}{4} w_0. \qquad (2.40)$$

Примечание.
Для источников с квадратным устьем ($L=b$) эффективный диаметр $D_э$ равняется длине стороны квадрата. В остальном расчет рассеивания вредных веществ производится как для выбросов из источника с круглым устьем

2.17. Решение обратных задач[1] по определению мощности выброса M и высоты H, соответствующих заданному уровню максимальной приземной концентрации $c_м$ при прочих фиксированных параметрах выброса, находится следующим образом.

Мощность выброса M (г/с), соответствующая заданному значению максимальной концентрации $c_м$ (мг/м³), определяется по формуле

$$M = \frac{c_м H^2}{AFmn\eta} \sqrt[3]{V_1 \Delta T}. \qquad (2.41)$$

В случае $f \geqslant 100$ или $\Delta T \approx 0$

$$M = \frac{c_м H^{4/3}}{AFn\eta} \frac{8V_1}{D}. \qquad (2.42)$$

Высота источника H, соответствующая заданному значению $c_м$, в случае $\Delta T \approx 0$ определяется по формуле

$$H = \left(\frac{AMFDn\eta}{8V_1 c_м}\right)^{3/4}. \qquad (2.43)$$

Если вычисленному по формуле (2.43) значению H соответствует $v'_м < 2$ м/с, то H уточняется методом последовательных приближений по формуле

$$H_{i+1} = H_i \left(\frac{n_i}{n_i - 1}\right)^{3/4}, \qquad (2.44)$$

где n_i и n_{i-1} — значения определенного по рис. 2.2 или по формулам (2.8) коэффициента n, полученные соответственно по значениям H_i и H_{i-1} (при $i=1$ в формуле (2.44) принимается $n_0=1$, а значение H_i определяется по (2.43)).

Формулы (2.43), (2.44) используются также для определения H при $\Delta T > 0$. Если при этом выполняется условие $H \leqslant w_0 \sqrt{\frac{10D}{\Delta T}}$,

[1] Формулы п. 2.1—2.16 предназначены для решения прямой задачи расчета концентрации по заданным параметрам источника.

то найденное H является точным. Если же $H > w_0\sqrt{\frac{10D}{\Delta T}}$, то для определения предварительного значения высоты H используется формула

$$H = \sqrt{\frac{AMF\eta}{c_M\sqrt[3]{V_1\Delta T}}}. \qquad (2.45)$$

По найденному значению H определяются на основании формул (2.3)—(2.6) величины f, $v_м$, $v'_м$ и f_e и устанавливается в первом приближении произведение коэффициентов m и n. Дальнейшие уточнения значения H выполняются по формуле

$$H_{i+1} = H_i\sqrt{\frac{m_i n_i}{m_{i-1}n_{i-1}}}, \qquad (2.46)$$

где m_i, n_i соответствуют H_i, а m_{i-1}, n_{i-1} — H_{i-1} (при $i=1$ принимается $m_0=n_0=1$, а H_0 определяется по (2.45)).

Примечания.

1. Уточнение значения H по формулам (2.44) и (2.46) производится до тех пор, пока два последовательно найденных значения H (H_i и H_{i-1}) будут различаться менее чем на 1 м.

2. При одновременной необходимости учета влияния рельефа местности и застройки в формулах (2.41)—(2.43) и (2.45) за величину η принимается произведение поправок к максимальной концентрации на рельеф и застройку, определенных согласно разделу 4 и Приложению 2.

2.18. В случае выбросов в атмосферу, обусловленных сжиганием топлива, при фиксированных высоте и диаметре устья трубы соответствующий $c_м$ расход топлива P (т/ч) определяется по формуле

$$P = 3{,}6H^3\sqrt{\left(\frac{c_м}{d_3AFmn\eta}\right)^3 d_4\Delta T}, \qquad (2.47)$$

где d_3 (г/кг) — количество выбрасываемого в атмосферу вредного вещества на единицу массы топлива (в необходимых случаях с учетом пылегазоочистки); d_4 (м³/кг) — расход газовоздушной смеси, выделяющейся на единицу массы топлива.

2.19. Для каждого источника радиус зоны влияния рассчитывается как наибольшее из двух расстояний от источника x_1 и x_2, где $x_1=10x_м$, а величина x_2 определяется как расстояние от источника, начиная с которого $c \leqslant 0{,}05$ ПДК.

Примечание.

Значение x_2 при ручных расчетах находится графически с помощью рис. 2.4 *а, б.* На вертикальной оси откладывается точка 0,05 ПДК/$c_м$, через которую проводится параллельная горизонтальной оси линия до пересечения с графиком функции s_1 за максимумом. Из точки пересечения опускается перпендикуляр на горизонтальную ось, полученное значение $x/x_м$ умножается на $x_м$, в результате чего определяется искомое значение. При $c_м \leqslant 0{,}05$ ПДК значение x_2 полагается равным нулю.

2.20. При полной нагрузке оборудования средняя концентрация $\bar{c}_м$ (г/м³) в устье источника, равная

$$\bar{c}_м = \frac{M}{V_1}, \qquad (2.48)$$

определяется по формулам:

$$\bar{c}_м = \frac{c_м H^2}{AF m n \eta} \sqrt[3]{\frac{\Delta T}{V_1^2}} \quad \text{при } f < 100, \qquad (2.49а)$$

$$\bar{c}_м = \frac{8 c_м H^{4/3}}{AF n D \eta} \quad \text{при } f \geqslant 100 \text{ или } \Delta T \approx 0, \qquad (2.49б)$$

где $c_м$ (мг/м³) — соответствующая $\bar{c}_м$ максимальная приземная концентрация.

3. РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ЛИНЕЙНОГО ИСТОЧНИКА

3.1. При расчете рассеивания выбросов от линейного источника длиной L наибольшая концентрация вредной примеси $c_м$ достига-

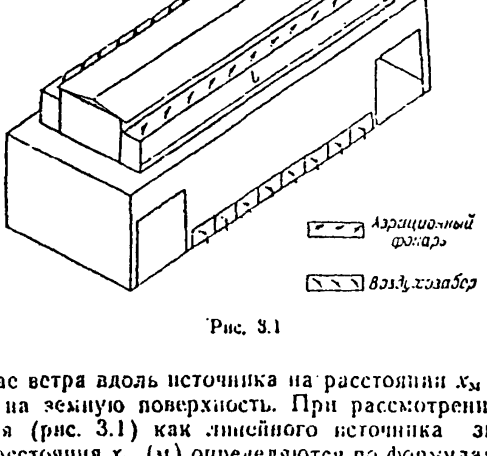

Рис. 3.1

ется в случае ветра вдоль источника на расстоянии $x_м$ от проекции его центра на земную поверхность. При рассмотрении аэрационного фонаря (рис. 3.1) как линейного источника значения $c_м$ (мг/м³) и расстояния $x_м$ (м) определяются по формулам:

$$c_м = s_1 c_м'; \qquad (3.1)$$

$$x_м = \frac{L}{2} + s_1 x_м'. \qquad (3.2)$$

Здесь значения $c'_м$ и $x'_м$, а также соответствующее им значение $u'_м$ принимаются равными максимальной концентрации $c_м$, расстоянию $x_м$ и опасной скорости $u_м$ для одиночного источника той же мощности M с круглым устьем диаметром $D_э$ и расходом выбрасываемой газовоздушной смеси $V_{1э}$. При этом эффективный диаметр устья фонаря $D_э$ (м) определяется по формуле

$$D_э = \frac{2LV_1}{L^2\omega_0 + V_1}, \qquad (3.3)$$

где V_1 (м³/с) — расход выбрасываемой из фонаря в единицу времени газовоздушной смеси, ω_0 (м/с) — средняя скорость выхода из

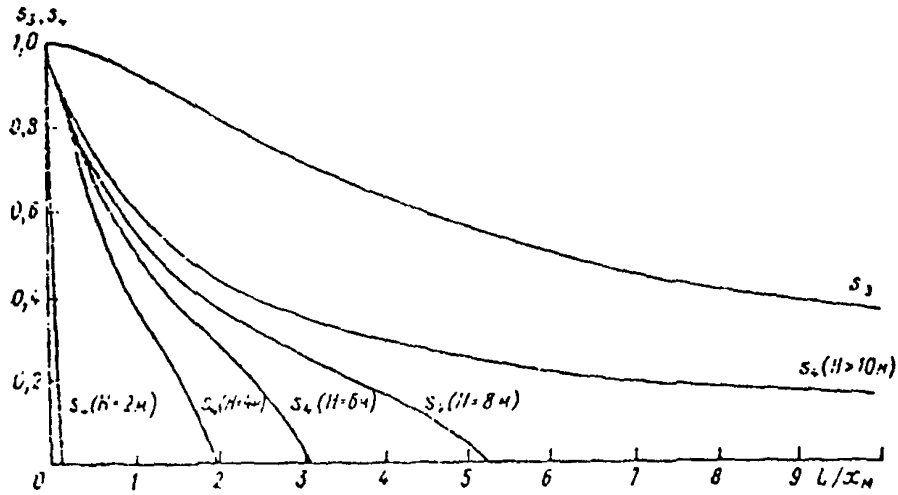

Рис. 3.2

фонаря газовоздушной смеси. Величина $V_{1э}$ определяется по найденному значению $D_э$ и формуле (2.40).

За высоту источника выброса H (м) принимается высота над уровнем земли верхней кромки ветроотбойных щитов фонаря или верхней кромки фонаря при отсутствии ветроотбойных щитов. Средняя скорость выхода в атмосферу газовоздушной смеси из аэрационного фонаря w_0 (м/с) определяется экспериментальным путем или по расчету аэрации. Масса выбрасываемого в атмосферу в единицу времени вредного вещества M (г/с) принимается равной суммарному выбросу из всего фонаря. Величина ΔT (°С) принимается такой же, как для одиночного источника выброса.

Безразмерные коэффициенты s_3 и s_4 в (3.1) и (3.2) определяются в зависимости от отношения $L/x'_м$ по рис. 3.2 или по формулам:

$$s_3 = \frac{1 + 0{,}45L/x'_м}{1 + 0{,}45L/x'_м + 0{,}1\left(L/x'_м\right)^2}; \qquad (3.4)$$

$$s_4 = \frac{1}{1 + 0{,}6L/x'_м}. \qquad (3.5)$$

Опасная скорость ветра $u_м$ определяется по формуле

$$u_м = u'_м, \qquad (3.6)$$

3.2. Распределение концентраций вредных веществ c и. расстоянии x от центра аэрационного фонаря при ветре, направленном вдоль или поперек фонаря, рассчитывается по формулам Приложения 1.

3.3. При произвольном направлении ветра по отношению к линейному источнику типа аэрационного фонаря этот источник условно представляется в виде группы N одинаковых равноудаленных точечных источников. Для каждого из этих одиночных источников значения максимальной концентрации вредной примеси $c_м$ и соответствующих ей расстояния $x_м$ и опасной скорости $u_м$ определяются как

$$c_м = \frac{c'_м}{N}, \qquad (3.7)$$

$$x_м = x'_м, \quad u_м = u'_м. \qquad (3.8)$$

Примечание.

Расчеты концентраций по формулам данного раздела производятся для расстояний от производственного корпуса, больших $x'_м$. Для расстояний, меньших $x'_м$, необходимо учитывать влияние здания, на котором расположен фонарь, в соответствии с формулами Приложения 2.

3.4. Число одинаковых равноудаленных одиночных источников N, на которое делится аэрационный фонарь при расчетах, определяется (с округлением до ближайшего большего целого числа) по формуле

$$N = \frac{5L\sqrt{u}}{x}, \qquad (3.9)$$

где x (м) — наименьшее расстояние от аэрационного фонаря до расчетной точки на местности, u — расчетная скорость ветра.

Примечания.

1. С увеличением протяженности L аэрационного фонаря N увеличивается, но, как правило, достаточно принимать N не более 10.

2. При расчетах загрязнения атмосферы для скорости ветра u, не равной $u_м$, для каждого из одиночных источников значение максимальной концентрации вредных веществ $c_{мu}$ (мг/м³) определяется по формуле

$$c_{мu} = \frac{rc'_м}{N}, \qquad (3.10)$$

а соответствующее расстояние $x_{мu}$ (м) — по формуле

$$x_{мu} = px'_м. \qquad (3.11)$$

Здесь r и p — безразмерные коэффициенты, определяемые в соответствии с п. 2.10 и 2.11 по значению отношения $u/u_м$.

3.5. Расчеты приземных концентраций от линейного источника, аппроксимирующего совокупность одиночных источников выброса

с близкими значениями высот, выполняются по тем же формулам, что для аэрационного фонаря, но при расчете вспомогательных величин $c'_м$, $x'_м$ и $u'_м$ вместо $D_э$ и $V_{1э}$ используются средние значения D и V_1, характерные для одиночных источников.

3.6. При ветре, перпендикулярном линейному источнику, или при произвольном направлении ветра вычисления основываются на замене линейного источника совокупностью одинаковых равноудаленных условных точечных источников.

При ветре вдоль линейного источника значения максимальной концентрации $c_м$, расстояния $x_м$ и опасной скорости ветра $u_м$ определяются по формулам (3.1), (3.2) и (3.6) с использованием формул (3.4), (3.5) или рис. 3.2. Концентрация c вдоль оси факела на расстоянии x от центра линейного источника при скорости ветра $u_м$ определяется по формуле (1) Приложения 1.

Примечание.

Если расчетной точке соответствует определенное по формуле (3.9) значение $N>10$, то линейный источник представляется в виде суммы нескольких меньших по размеру линейных источников таким образом, чтобы выделить участки линейного источника, для которых $N\leqslant 10$. Оставшиеся линейные источники делятся на равноудаленные точечные источники так, чтобы расстояние между ними не превышало $2x'_м$.

3.7. Мощность выброса M, соответствующая заданному значению максимальной концентрации c_M, для случая выбросов от одиночного аэрационного фонаря определяется по формуле

$$M=\frac{M_0}{s_3}, \qquad (3.12)$$

где M_0 как соответствующая $c_м$ мощность выброса из одиночного источника находится по формуле (2.41) или (2.42) при $V_1=V_{1э}$ и $D=D_э$, определяемым по (2.40), (3.3).

4. УЧЕТ ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ ПРИ РАСЧЕТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

4.1. Влияние рельефа местности на значение максимальной приземной концентрации $c_м$ от одиночного точечного источника учитывается безразмерным коэффициентом η в формулах (2.1), (2.9), (2.11). Значение η устанавливается на основе анализа картографического материала, освещающего рельеф местности в радиусе до 50 высот наиболее высокого из размещаемых на промплощадке источника, но не менее чем до 2 км.

4.2. Если в окрестности рассматриваемого источника выбросов (предприятия) можно выделить отдельные изолированные препятствия, вытянутые в одном направлении (гряду, гребень, ложбину,

уступ), то поправочный коэффициент на рельеф η определяется *по формуле*

$$\eta = 1 + \varphi_1 (\eta_m - 1), \qquad (4.1)$$

где η_m определяется по табл. 4.1 в зависимости от форм рельефа, сечения которых представлены на рис. 4.1, и безразмерных вели-

Таблица 4.1

n_1	Ложбина (впадина)				Уступ				Гряда (холм)			
	n_2											
	4—5	6—9	10—15	16—20	4—5	6—9	10—15	16—20	4—5	6—9	10—15	16—20
<0,5	4,0	2,0	1,6	1,3	3,5	1,8	1,5	1,2	3,0	1,5	1,4	1,2
0,6—1	3,0	1,6	1,5	1,2	2,7	1,5	1,3	1,2	2,2	1,4	1,3	1,0
1,1—2,9	1,8	1,5	1,4	1,1	1,6	1,4	1,2	1,1	1,4	1,3	1,2	1,0
3—5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,3	1,2	1,1	1,0	1,2	1,2	1,1	1,0
>5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

чин $n_1 = H/h_0$ и $n_2 = a_0/h_0$ (n_1 определяется с точностью до десятых, а n_2 — с точностью до целых). Здесь H — высота источника, h_0 — высота (глубина) препятствия, a_0 — полуширина гряды, холма *ложбины или протяженность* бокового склона уступа, x_0 — расстояние от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки склона в случае уступа до источника, как указано на рис. 4.1. Значение функции φ_1 определяется в зависимости от отношения $|x_0|/a_0$ по графикам (см. рис. 4.1), соответствующим различным формам рельефа. Если источник расположен на верхнем плато уступа, в качестве аргумента функции φ_1 вместо $\frac{|x_0|}{a_0}$ принимается $-\frac{x_0}{a_0}$.

Если препятствия представляют собой гряды (ложбины), вытянутые в одном направлении, значения h_0 и a_0 определяются для поперечного сечения, перпендикулярного этому направлению. Если изолированное препятствие представляет собой отдельный холм (впадину), то h_0 выбирается соответствующим максимальной (минимальной) отметке препятствия, а n_2 — максимальной крутизне склона, обращенного к источнику.

Для источников выброса, расположенных в зоне влияния нескольких изолированных препятствий, определяются значения η для каждого препятствия и используется максимальное из них.

Примечание.

В случае более сложного рельефа местности или перепадов высот более 250 м на 1 км с указаниями по учету рельефа следует обращаться в территориальные органы Госкомгидромета или в Главную геофизическую обсерваторию им. А. И. Воейкова, приложив к запросу соответствующий картографический материал.

4.3. Учет влияния рельефа местности при определении расстояния, где достигается максимум приземной концентрации, осуществляется путем умножения коэффициента d в формуле (2.13) на отношение $\frac{1.1}{\sqrt{\eta+0,2}}$

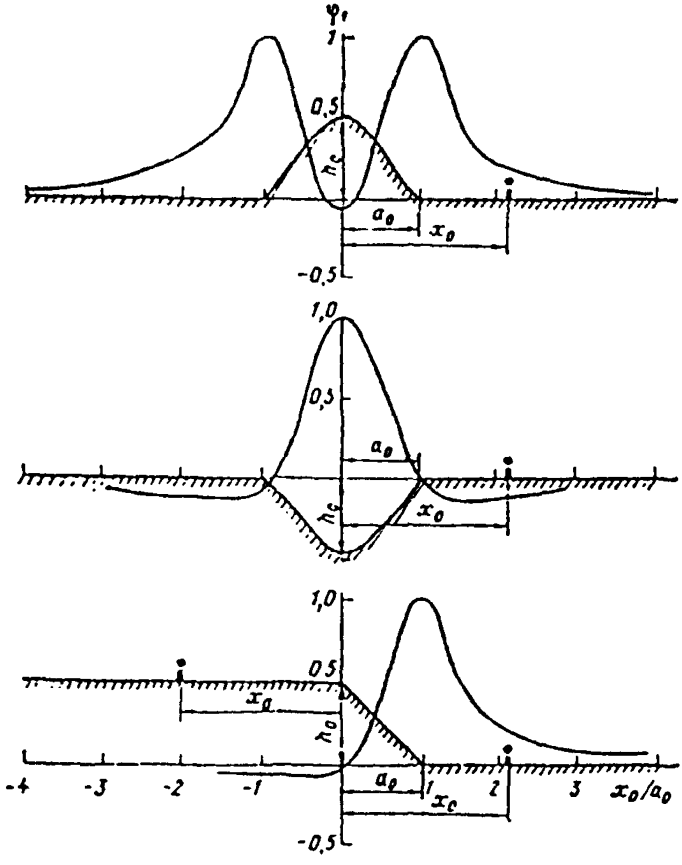

Рис. 4.1

4.4. Расчет приземных концентраций по оси факела на различных расстояниях от источника производится по формуле (2.22). При этом для расстояний x от источника, удовлетворяющих неравенству

$$x < 6,2x_м^{(0)}\sqrt{\eta - 1} \qquad (4.2)$$

(здесь $x_м^{(0)}$ — значение $x_м$ для рассматриваемого источника в условиях ровной или слабопересеченной местности, т. е. при $\eta = 1$), отношение $x/x_м$ определяется с использованием $x_м$, вычисленного в соответствии с п. 4.3. Для больших значений x при вычислении отношения $x/x_м$ используется значение $x_м = x_м^{(0)}$.

Примечания.

1. При других скоростях ветра расчет проводится аналогичным образом, причем вместо $x_м^{(0)}$ в (4.2) используется значение $x_{мш}^{(0)}$ величины $x_{мш}$, определенной в соответствии с п. 2.11 для условий ровной или слабопересеченной местности.

2. Если источник выбросов располагается в долине шириной $L_{дол}$ и его высота H меньше $^2/_3$ глубины долины, то расчеты по формуле (2.22) для направления ветра вдоль долины производятся до расстояний x, удовлетворяющих условию

$$x = L_{дол}\sqrt{u}. \qquad (4.3)$$

Для больших расстояний функция s_1 умножается на величину $\sqrt{\dfrac{x}{L_{дол}\sqrt{u}}}$.

4.5. Расчет загрязнения воздуха на промплощадке с учетом влияния рельефа местности проводится в соответствии с рекомендациями Приложения 2. При этом значения $c_м$ и $x_м$ определяются по п. 4.1—4.4, а безразмерный коэффициент s_1 — с учетом рекомендаций п. 4.4.

4.6. В районах, где может происходить длительный застой примеси при сочетании слабых ветров с температурными инверсиями (например, в глубоких котловинах, в районах частого образования туманов, в том числе ниже плотин гидроэлектростанций и вблизи прудов-охладителей электростанций в районах с суровой зимой, а также в районах возможного возникновения смогов), не следует размещать промышленные предприятия с выбросами вредных веществ; при необходимости строительства в таких районах следует принимать дополнительные меры по охране воздушного бассейна от загрязнения, согласованные с Госкомгидрометом и Минздравом СССР.

5. РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ГРУППЫ ИСТОЧНИКОВ И ПЛОЩАДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

5.1. Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) в любой точке местности при наличии N источников определяется как сумма концентраций веществ от отдельных источников при заданных направлении и скорости ветра.

$$c = c_1 + c_2 + \ldots + c_N, \qquad (5.1)$$

где c_1, c_2, ..., c_N — концентрации вредного вещества соответственно от первого, второго, N-го источников, расположенных с наветренной стороны при рассматриваемом направлении ветра.

Примечания.

1. При проектировании предприятий, зданий и сооружений следует предусматривать минимальное число источников выброса вредных веществ в атмосферу, объединяя удаляемые вещества от ряда источников их выделения в одну трубу, шахту и т. п.

2. Учет влияния рельефа местности и застройки в случае необходимости осуществляется в соответствии с рекомендациями раздела 4 и Приложения 2.

3. В необходимых случаях, когда известно, что имеются неучтенные

(фоновые) источники выброса того же вредного вещества или веществ, обладающих с ним эффектом суммации (другие предприятия города, промрайона, транспорт, отопление и т. п.), в правой части (5.1) добавляется слагаемое $c_ф$, характеризующее фоновое загрязнение от неучтенных источников.

4. Если рассчитанная по формуле (5.1) концентрация c удовлетворяет неравенству $c>0{,}1q_0$, где

$$q_0 = \frac{10^3 \sum_{i=1}^{N} M_i c_i}{\sum_{i=1}^{N} V_{1i} c_i}, \qquad (5.2)$$

а M_i (г/с) и V_{1i} (м³/с) — мощность выброса и расход газовоздушной смеси i-го источника, то вместо (5.1) при расчете приземной концентрации c используется формула

$$c = \frac{q_0 \sum_{i=1}^{N} c_i}{q_0 + \sum_{i=1}^{N} c_i}. \qquad (5.3)$$

5. Как и для одиночного источника, при расчетах приземных концентраций выбросами группы источников принимается наиболее неблагоприятное сочетание значений M_i и V_{1i}, реально осуществляющееся на всех рассматриваемых источниках одновременно.

5.2. В целях ускорения и упрощения расчетов количество рассматриваемых источников выброса сокращается путем их объединения (особенно мелких источников) в отдельные условные источники. Способ установления источников, подлежащих объединению, и определения их параметров выброса, изложенный в п. 5.4, обеспечивает относительную погрешность δ расчетных концентраций, удовлетворяющую условию

$$\delta < 0{,}25. \qquad (5.4)$$

5.3. В случае использования машинного (ориентированного на применение ЭВМ) алгоритма объединения группы из N точечных источников значения $c_м = c_{мо}$, $x_м = x_{мо}$, $u_м = u_{мо}$, а также координаты размещения $x_и = x_{ио}$, $y_и = y_{ио}$ для условного источника, заменяющего объединяемую группу, определяются по формулам:

$$c_{мо} = \sum_{i=1}^{N} c_{мi}; \qquad (5.5)$$

$$x_{мо} = \frac{1}{c_{мо}} \sum_{i=1}^{N} c_{мi} x_{мi}; \qquad (5.6)$$

$$u_{мо} = \frac{1}{c_{мо}} \sum_{i=1}^{N} c_{мi} u_{мi}; \qquad (5.7)$$

$$x_{ио} = \frac{1}{c_{мо}} \sum_{i=1}^{N} c_{мi} x_{мi}; \qquad (5.8)$$

$$y_{ио} = \frac{1}{c_{мо}} \sum_{i=1}^{N} c_{мi} y_{мi}. \qquad (5.9)$$

Здесь, как и выше, индексом i при величинах c_M, x_M, u_M, x_{M_i}, y_{M_i} обозначены отдельные источники, объединяемые в группу.

5.4. Если рассматриваются мелкие источники, для каждого из которых выполняется хотя бы одно из условий:

$$\frac{c_M}{\text{ПДК}} \leqslant 0{,}2 \tag{5.10}$$

$$\frac{c_M x_M}{\text{ПДК}} \leqslant 120, \tag{5.11}$$

то объединение таких источников осуществляется при одновременном выполнении условий:

$$L_M \leqslant 0{,}15 l_{\min}, \tag{5.12}$$

$$\frac{\Delta x_M}{x_{M0}} \leqslant 0{,}3, \tag{5.13}$$

$$\frac{\Delta u_M}{u_{M0}} \leqslant 0{,}3, \tag{5.14}$$

где $l_{\min}$ (м) — минимальное расстояние от объединяемых источников до узлов расчетной сетки точек; L_M (м) — максимальное расстояние между двумя из объединяемых источников; Δx_M (м) и Δu_M (м/с) — соответственно максимальные отклонения величин x_{Mi} от x_{M0} и u_{Mi} от u_{M0}.

Если условия (5.10) и (5.11) одновременно не выполняются, то объединение таких источников осуществляется при одновременном выполнении условий:

$$L_M \leqslant 0{,}06 l_{\min}, \tag{5.15}$$

$$\frac{\Delta x_M}{x_{M0}} \leqslant 0{,}09, \tag{5.16}$$

$$\frac{\Delta u_M}{u_{M0}} \leqslant 0{,}03. \tag{5.17}$$

При равенстве нулю Δx_M и Δu_M числовой коэффициент в (5.12) и (5.15) следует увеличить в 1,7 раза. В 1,7 раза увеличивается также числовой коэффициент в (5.13) и (5.16) (при одинаковых u_{Mi} и $L_M \leqslant H$), а также в (5.14) и (5.17) (при одинаковых x_{Mi} и $L_M \leqslant H$).

При невыполнении для группы мелких источников условий (5.12)—(5.14) или для группы более крупных источников условий (5.15)—(5.17) эта группа разбивается на отдельные группы, для которых указанные неравенства выполняются.

Примечания.

1. При сведении в одну точку источников выбросов с одинаковыми значениями H, D, V_1 и ΔT расчетное значение максимальной концентрации вредного вещества от этой группы источников несколько завышается. Если в одну точку сводятся источники с различными H, D, V_1 и ΔT, то возможно как небольшое завышение, так и некоторое занижение c_M. С удалением от объединяемых источников погрешность за счет сведения группы источников в одну точку убывает.

2. Источники выброса, для которых принятие при расчетах одинаковых координат не сказывается заметно на величине $c_м$, называются близкорасположенными.

3. Результаты точных расчетов приземных концентраций не допускается корректировать по результатам приближенных расчетов с объединением источников.

4. При отсутствии возможности применения ЭВМ для расчетов по (5.5)—(5.9) с учетом условий (5.10)—(5.17) допускается проводить объединение источников выброса с близкими параметрами и координатами расположения вручную. При этом для условного объединенного источника принимаются значения суммарного выброса M от всех объединяемых источников, средние арифметические значения высоты H, диаметра устья D, температуры $T_г$ и скорости выхода w_0 газовоздушной смеси из устья источника, а также координат источников $x_м$, $y_м$. При большом разбросе указанных параметров и координат группа источников разбивается на более мелкие группы с близкими значениями параметров и координат. Большой разброс значений мощности выброса M не препятствует объединению.

5. Если расчеты приземных концентраций выполняются для участков местности, прилегающих к промплощадке, то под l_{min} следует понимать минимум из расстояний от каждого из объединяемых источников до ближайшей к нему границы промплощадки.

6. С учетом требований пункта 5.4 в единый условный источник прежде всего объединяются группы примерно одинаковых шахт и других вентиляционных источников одного производственного здания или изолированного по воздухообмену производственного помещения, а также групп близкорасположенных источников однотипных технологических установок на открытом воздухе и т. п. Если имеется несколько групп однотипных источников, то рекомендуется сначала свести к одному источнику каждую из этих групп, а затем проработать возможности дальнейшего объединения источников.

7. Для аэрационных фонарей перед принятием решения об их сведении (в том числе совместно с точечными источниками) в один условный точечный источник вычисляются эффективные диаметр устья $D_э$ и расход выбрасываемой газовоздушной смеси $V_{1э}$, по значениям которых после этого определяются $c_{мо} = c'_м$, $x_{мо} = x'_м$ и $u_{мо} = u'_м$ (см. раздел 3).

8. Изложенный алгоритм объединения источников применим также для комбинации веществ с суммирующимся вредным действием. В этом случае для каждого (i-го) источника по формуле (6.2) вычисляется мощность выброса, приведенная к выбросу одного из веществ.

9. При расчете приземной концентрации на промплощадке в соответствии с Приложением 2 вместо (5.12) и (5.15) критерием объединения источников, расположенных на одном здании, является условие $L_м \leqslant L^*$, где L^* определяется в соответствии с Приложением 2 (п. 1.5). При расчетах концентрации на крыше здания от источников, расположенных на этой крыше, величины $c_м$, $x_м$ и $u_м$ определяются с использованием в качестве высоты источника превышения его устья над крышей здания (но не менее 2 м).

5.5. Значение максимальной суммарной концентрации $c_м$ (мг/м³) от N расположенных на площадке близко друг от друга (см. п. 5.4) одиночных источников, имеющих равные значения высоты, диаметра устья, скорости выхода в атмосферу и температуры газовоздушной смеси, определяется по формуле

$$c_м = \frac{AMFm\eta}{H^2}\sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}}, \qquad (5.18)$$

где M (г/с) — суммарная мощность выброса всеми источниками в атмосферу; V (м³/с) — суммарный расход выбрасываемой всеми источниками газовоздушной смеси, определяемый по формуле

$$V = V_1 N. \qquad (5.19)$$

Значение параметра $v_м$ определяется по формуле

$$v_м = 0{,}65\sqrt[3]{\frac{V\Delta T}{NH}}. \qquad (5.20)$$

В остальном схема расчета концентраций веществ, обусловленных выбросами от группы близко расположенных друг к другу одинаковых одиночных источников выброса, не отличается от приведенной в разделе 2 настоящего ОНД схемы расчета для одиночного источника.

5.6. Расчет концентраций веществ, обусловленных выбросами из близко расположенных друг к другу одинаковых источников, когда $\Delta T \approx 0$ или значение параметра $f \geqslant 100$, производится с использованием формул раздела 2 для одиночного источника со следующими изменениями: $V_1 = \frac{V}{N}$; M — суммарная мощность выброса из всех источников; формула (2.10) преобразуется к виду:

$$K = \frac{ND}{8V} = \frac{1}{7{,}1}\sqrt{\frac{N}{\omega_0 V}}. \qquad (5.21)$$

5.7. Значение максимальной приземной концентрации вредных веществ $c_м$ (мг/м³) при выбросах через многоствольную трубу (N стволов) рассчитывается по формуле

$$c_м = c''_м + d_1(c'_м - c''_м); \qquad (5.22)$$

расстояние $x_м$ (м), на котором достигается максимальная концентрация $c_м$, определяется по формуле

$$x_м = x''_м + d_1(x'_м - x''_м); \qquad (5.23)$$

опасная скорость ветра $u_м$ (м/с) вычисляется следующим образом:

$$u_м = u''_м + d_1(u'_м - u''_м). \qquad (5.24)$$

Здесь $c'_м$ (мг/м³) — максимальная приземная концентрация, определяемая по формуле (2.1) при значениях параметров выброса для одного ствола и мощности выброса M (г/с), равной суммарной мощности выброса из всех стволов; $x'_м$ и $u'_м$ — соответственно расстояние, на котором наблюдается максимальная концентрация вредных веществ $c_м$ (мг/м³), и опасная скорость ветра $u_м$ (м/с), определяемые по формулам (2.13)—(2.17) при параметрах выброса для одного ствола; $c''_м$ (мг/м³) — максимальная приземная концентрация, рассчитываемая по формуле (2.1) при мощности M (г/с), равной суммарной мощности выброса из всех стволов, диаметре D, равном эффективному диаметру источника выброса D_1 (м), который определяется по формуле

$$D_1 = D\sqrt{N}, \qquad (5.25)$$

и расходе выходящей газовоздушной смеси V_1, равном эффективному расходу $V_{1э}$ (м³/с), вычисленному по формуле (2.40); $x''_м$

$u''_м$ — расстояние, соответствующее максимальной концентрации $c''_м$ (мг/м³), и опасная скорость ветра, определяемые по формулам (2.13)—(2.17) с учетом $D = D_э$ (м), $V_1 = V_{1э}$ (м³/с); d_1 — безразмерный коэффициент, определяемый по формуле

$$d_1 = \frac{l - D}{d_2 H - D}, \qquad (5.26)$$

где l (м) — среднее расстояние между центрами устьев стволов; D (м) — диаметр устья ствола; d_2 — безразмерный коэффициент, определяемый по формулам (2.36а), (2.36б). В остальном расчет производится, как для одиночного источника выброса.

Примечания.

1. *При l, большем или равном $d_2 H$, для многоствольной трубы* в расчетах принимается: $c_м = c'_м$ (мг/м³), $x_м = x'_м$ (м) $u_м = u'_м$ (м/с).

2. Если многоствольная труба представляет собой трубу, разделенную на секторы, т. е. состоит из стволов секторной формы, то расчеты выполняются так же, как для одноствольной трубы при $D = D_э$ и $V_1 = V_{1э}$ (см. (2.40)), где

$$D_э = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}. \qquad (5.27)$$

Здесь S — суммарная площадь устьев всех действующих стволов.

3. В случае когда температура $T_г$ и скорость выхода w_0 газовоздушной смеси для отдельных стволов различаются между собой, для расчетов принимаются их средневзвешенные значения, полученные с учетом расходов газовоздушной смеси для отдельных стволов.

5.8. Для источников выброса, имеющих различные параметры, расчет приземных концентраций начинается с определения для всех источников по каждому веществу максимальных приземных концентраций $c_м$ ($c_{м1}$, $c_{м2}$, ..., $c_{мN}$) и опасных скоростей ветра $u_м$ ($u_{м1}$, $u_{м2}$, ..., $u_{мN}$). Если по какому-либо веществу сумма максимальных приземных концентраций $c_м$ от всех источников окажется меньшей или равной ПДК ($c_{м1} + c_{м2} + \ldots + c_{мN} \leqslant$ ПДК), то (при отсутствии необходимости учета суммарного действия нескольких вредных веществ и фонового загрязнения атмосферы) расчеты приземной концентрации этого вещества производятся по требованию органов Госкомгидромета и Минздрава СССР. Такие расчеты выполняются также при оценке фактического уровня загрязнения воздуха.

При расчетах определяется средневзвешенная опасная скорость ветра $u_{мс}$ (м/с) для группы N источников по формуле

$$u_{мс} = \frac{u_{м1}c_{м1} + u_{м2}c_{м2} + \ldots + u_{мN}c_{мN}}{c_{м1} + c_{м2} + \ldots + c_{мN}}. \qquad (5.28)$$

Отдельно для всех веществ, к которым относятся вычисленные $u_{мс}$ (для разных веществ они иногда существенно различаются), определяются значения $c_{мu}\big|_{u=u_{мс}}$ и $x_{мu}\big|_{u=u_{мс}}$. Если по рассматриваемому веществу сумма $c_{мu}\big|_{u=u_{мс}}$ меньше или равняется ПДК,

то дальнейшие расчеты производятся главным образом при оценке фактического уровня загрязнения воздуха.

Если сумма $c_{Mu}|_{u=u_{Mc}}$ больше ПДК, то для направлений ветра, соответствующих переносу вредных веществ от источников на расчетную область, при скоростях ветра: u_{Mc}; $0{,}5u_{Mc}$; $1{,}5u_{Mc}$; 0,5 м/с — производится расчет суммарных концентраций от всех источников в узлах расчетной сетки, после чего наибольшая из них принимается за максимальную концентрацию c_M.

Примечание.
В (5.28) вместо c_{Mi} и u_{Mi} допускается использовать значения c_{Mxi} и u_{Mxi} для наветренных источников, определенные для каждой расчетной точки в соответствии с п. 2.14.

5.9. Расчеты приземных концентраций упрощаются, если среди N сгруппированных в порядке убывания c_{Mi} ($c_{M1} > c_{M2} > \ldots > c_{MN}$) источников выброса предприятия имеется N_1 источников, которым по данному веществу соответствуют малые значения c_{Mi} (вычисленные в необходимых случаях с учетом застройки). При этом определяется разность между ПДК и суммой c_{Mi} от N_1 источников и рассчитывается максимальная суммарная концентрация c_M для остальных $N - N_1$ источников. В тех случаях, когда сумма c_{Mi} от них не превышает 0,05 ПДК (см. также примечание), указанные N_1 источников могут быть исключены из рассмотрения.

Если N источников расположены в порядке убывания значений выбросов M, т. е. $M_1 > M_2 > \ldots > M_N$, то N_2 из этих источников с наименьшими значениями M также могут быть для упрощения расчетов загрязнения атмосферы отброшены, если

$$\sum_{i=N-N_2+1}^{N} M_i \leqslant 0{,}01 \sum_{i=1}^{N} M_i. \qquad (5.29)$$

Примечание.
Рекомендации п. 5.9 выполняются, если отношение средней высоты исключаемых из рассмотрения источников к средней высоте сохраняемых при расчетах источников превосходит $^1/_3$.

5.10. Расчет приземных концентраций веществ от источников, группирующихся на площадке вдоль некоторой прямой, можно производить, считая все источники расположенными на этой линии, при условии, что каждому из них при $u = u_{Mc}$ соответствует $u_{Mc}\left(\frac{y}{x_{Mu}}\right)^2$, меньшее или равное 0,01—0,02 (y (м) — расстояние от источника до этой прямой). Для каждого источника строятся кривые распределения концентраций. Начало координат каждой кривой, характеризующей изменение концентрации c в зависимости от расстояния x, совмещается с местоположением источника, а концентрации суммируются. При этом рассматриваются два варианта. В одном из них принимается, что ветер направлен с 1-го на N-й источник, в другом — в противоположном направлении. Для различных расстояний x производится сложение концентраций и опре-

деляются значения суммарной концентрации c. Наибольшее значение c принимается за максимальную концентрацию $c_м$.

Примечание.
Указанным способом производятся ручные расчеты при наличии двух источников, расположенных далеко друг от друга (или двух групп источников).

5.11. Расчет приземных концентраций веществ от источников, которые не могут быть сведены в одну точку или на одну общую прямую, при отсутствии возможности применения ЭВМ упрощается, если можно провести прямую, около которой группируется бо́льшая часть основных источников. В этом случае осуществляется сложение значений концентраций для двух противоположных направлений ветра вдоль этой прямой; близлежащие источники переносятся на прямую, а при расчете концентраций от остальных источников используется формула (2.25). Если среди источников, перенесенных на ось, имеются крупные, для которых одновременно не выполняются условия (5.10), (5.11), то при каждом направлении ветра рассчитываются также суммарные концентрации в точках максимумов концентраций от крупных источников.

5.12. Расчет приземных концентраций при выбросах от большого числа источников, рассредоточенных на площадке значительных размеров, следует производить на электронных вычислительных машинах, тем более, что при разработках по проектированию и нормированию, как правило, рассматривается большое число вариантов объединения выбросов, размещения источников на площадке, способов очистки выбросов и других мероприятий. Шаги расчетной сетки выбираются в зависимости от размеров области, для которой проводятся расчеты. При этом общее количество узлов сетки, как правило, не должно превышать 1500—2000. Размеры указанной области должны соответствовать размерам зоны влияния рассматриваемой совокупности источников.

Примечание.
Разработанные различными организациями и вычислительными центрами программы, реализующие расчетные схемы данного ОНД, должны согласовываться с Главной геофизической обсерваторией имени А. И. Воейкова Госкомгидромета.

5.13. Одним из способов сокращения объема вычислительных работ является представление совокупности большого числа однотипных источников выброса (труб печного отопления, резервуарных полей и пр.), а также рассредоточенных по обширной территории источников неорганизованного выброса как площадных источников.

Примечание
Группы точечных источников объединяются в площадной источник при достаточно равномерном распределении источников по площади и при условии близости таких параметров выброса, как высота (H) и диаметр устья (D) источников, температура ($T_г$) и скорость выхода (w_0) газовоздушной смеси из устья источников. При большом разбросе указанных параметров группа источников представляется несколькими площадными источниками с более близкими

значениями этих параметров. Критерием возможности представления группы одиночных источников площадным источником является соблюдение неравенств (5.13), (5.14) при выполнении для каждого источника условий (5.10) или (5.11); неравенств (5.16), (5.17) при невыполнении для каждого точечного источника условий (5.10) и (5.11).

5.14. При ветре, направленном перпендикулярно одной из сторон указанного площадного источника, концентрация (как на территории самого источника, так и за его пределами) рассчитывается по формулам Приложения 1.

5.15. При расчетах для произвольного направления ветра площадной источник представляется в виде совокупности N равномерно рассредоточенных одиночных источников. Значение N определяется по формуле

$$N = \frac{25 S_{\text{п}} u}{L_{\text{п}}^2}. \qquad (5.30)$$

Здесь $S_{\text{п}}$ (м²) — площадь рассматриваемого источника, $L_{\text{п}}$ (м) — расстояние от центра площадного источника до расчетной точки, u — расчетная скорость ветра, значение N вычисляется с округлением до ближайшего большего целого числа.

Из (5.30) следует, что для расчетных точек, расположенных на расстоянии, большем $L_{\text{п}} \geqslant 5\sqrt{S_{\text{п}}}u$ площадной источник может рассматриваться как одиночный точечный источник ($N = 1$).

Для каждого из этих одиночных точечных источников значения максимальной приземной концентрации $c_{\text{м}}$, расстояния $x_{\text{м}}$, на котором достигается эта максимальная концентрация, и опасной скорости ветра $u_{\text{м}}$, определяются по формулам:

$$c_{\text{м}} = \frac{c'_{\text{м}}}{N}; \qquad (5.31)$$

$$x_{\text{м}} = x'_{\text{м}}; \qquad (5.32)$$

$$u_{\text{м}} = u'_{\text{м}}, \qquad (5.33)$$

где $c''_{\text{м}}$, $x''_{\text{м}}$ и $u''_{\text{м}}$ — это значения $c_{\text{м}}$, $x_{\text{м}}$ и $u_{\text{м}}$ для одиночного точечного источника, совокупность которых образует площадной источник; при расчете $c''_{\text{м}}$ в качестве M используется суммарный выброс от всех источников.

Примечания.

1. Если расчеты приземных концентраций относятся к участку местности, на котором расположен площадной источник, то целесообразно, чтобы условные источники находились в центрах ячеек расчетной сетки точек.

2. Формулы для площадного источника указанного типа применяются при выбросах от резервуарных парков предприятий, совокупностей мелких бытовых котельных и печных труб в городах, а также групп низких вентиляционных источников (при расчетах загрязнения атмосферы для участков, расположенных

за пределами промплощадки). Использование формул для площадного источника существенно упрощает подготовку числового материала при расчетах загрязнения атмосферы на ЭВМ. Информация о вкладах площадных источников в суммарное загрязнение атмосферы более показательна, чем аналогичная информация по отдельным мелким источникам.

3. Если расчеты относятся к участку местности, на котором расположен площадной источник, то он представляется в виде суммы нескольких меньших по размеру площадных источников таким образом, чтобы выделить участки площадного источника, для которых определенное по формулам (5.30а), (5.30б) значение N удовлетворяет условию $N<100$. Оставшиеся площадные источники представляются в виде совокупности точечных источников, расположенных в узлах квадратной сетки, шаг которой не превосходит $2x_м$.

5.16. При выбросе из N источников расчет суммарной концентрации c_z, соответствующей уровню z над поверхностью земли, производится по формулам (5.1)—(5.3) с заменой c на c_z и c_i на c_{zi}. Концентрации от отдельных источников c_{zi}, соответствующие этим источникам опасные скорости ветра $u_{мzi}$ и максимальные концентрации $c_{мzi}=c_{zi}|_{u=u_{мzi}}$ определяются согласно п. 2.15. При этом должны соблюдаться требования, следующие из п. 5.8 при замене $c_{мi}$ на $c_{мzi}$ и $u_{мi}$ на $u_{мzi}$.

Примечание.
Расчеты по п. 5.16 производятся при выборе положения устьев воздухозаборных труб и шахт, линий электропередачи и других объектов, расположенных на открытых участках местности или же на участках, где максимальная высота зданий (сооружений) не менее чем в 2,5 раза ниже высоты воздухозабора при условии, что источники выбросов не располагаются в ветровой тени зданий (сооружений). В остальных случаях расчет проводится в соответствии с Приложением 2.

5.17. Формулы п. 5.1—5.16 предназначены для решения прямой задачи расчета суммарной концентрации c от N источников по их заданным параметрам выброса, а также для решения обратной задачи определения мощностей выброса M_i, $(i=1, 2, \ldots, N)$, соответствующих заданному значению максимальной приземной концентрации $c_м$ (при фиксированных координатах источников выброса, их высотах H_i и диаметрах устья D_i, скоростях выхода w_{0i} и перегревах ΔT_i газовоздушной смеси).

5.18. Значение суммарного выброса M, соответствующее заданному значению максимальной концентрации $c_м$, для группы из N близкорасположенных одиночных источников с одинаковыми высотами и другими параметрами выброса (V_1, ΔT, D, w_0) определяется по формулам (2.41), (2.42); в данном случае в формулах полагается $V_1=\frac{V}{N}$ (V — суммарный расход выбрасываемой из всех источников газовоздушной смеси).

5.19. В случае многоствольной трубы выброс M из всех стволов, соответствующий $c_м$, при $l<d_2H$ определяется по формуле

$$M=\frac{c_м}{q_м''+d_1\left(q_м'-q_м''\right)}. \qquad (5.34)$$

где $q'_м$ и $q''_м$ (мг/м³) — приземные максимальные концентрации при $M=1$ г/с, рассчитанные соответственно при значениях параметров D и V_1 для одного ствола и при их эффективных значениях $D_э$ (5.25), (5.27) и $V_{1э}$ (2.40). Безразмерный коэффициент d_i определяется по формуле (5.26). При $l \geqslant d_2 H$ выброс M определяется в соответствии с п. 5.18.

При произвольном фиксированном размещении группы источников с заданными параметрами выброса (H_i, D_i, w_{0i} и ΔT_i) мощности источников M_i, соответствующие $c_м$, определяются так, чтобы наибольшее значение суммарной концентрации $\max c$, рассчитанное по (5.1) при переборе скоростей и направлений ветра, удовлетворяло условию

$$\max c = c_м. \tag{5.35}$$

В случае N одинаковых источников выброса значения M_i определяются по формуле

$$M_i = \frac{c_0}{c_н} M_{нi}, \tag{5.36}$$

где $c_н$ — максимальное значение рассчитанной по (5.1) суммарной концентрации c при «начальных» значениях мощности выброса $M_{нi}$.

В общем случае из (5.35) определяется начальное приближение для значений M_i, уточняемое с учетом требований технической реализуемости и оптимального выбора мощностей источников.

Примечания.

1. Для одинаковых источников выброса в (5.36) величина $c_н$ вычисляется при $M_{нi}=1$ г/с. В общем случае значения $M_{нi}$ устанавливаются с учетом различия в мощностях выброса из труб разной высоты.

2. Алгоритмы поиска оптимальных значений M_i и соответствующие программы расчета должны согласовываться с Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова.

5.20. Для совокупности источников отдельных предприятий рассчитываются зоны влияния, включающие в себя круги радиусом x_1 (см. п. 2.19), проведенные вокруг каждой из труб предприятия, и участки местности, где рассчитанная по (5.1) суммарная концентрация от всей совокупности источников выброса данного предприятия, в том числе низких и неорганизованных выбросов, превышает 0,05 ПДК.

Зоны влияния источников и предприятий рассчитываются по каждому вредному веществу (комбинации вредных веществ с суммирующимся вредным действием) отдельно.

Примечание.

При определении размеров зон влияния предприятия расчеты на ЭВМ допускается приближенно проводить только для одного направления ветра (с предприятия на центр города), средневзвешенной опасной скорости ветра $u=u_м$, причем расчетная область представляется отрезком между центром предприятия и границей города.

5.21. Для сокращения и упрощения расчетов загрязнения атмосферы концентрации на каждом предприятии рассматриваются те из выбрасываемых вредных веществ, для которых

$$\frac{M}{\text{ПДК}} > \Phi; \tag{5.37}$$

$$\Phi = 0{,}01\bar{H} \text{ при } \bar{H} > 10 \text{ м}, \tag{5.38}$$

$$\Phi = 0{,}1 \text{ при } \bar{H} \leqslant 10 \text{ м}. \tag{5.39}$$

Здесь M (г/с) — суммарное значение выброса от всех источников предприятия, соответствующее наиболее неблагоприятным из установленных условий выброса, включая вентиляционные источники и неорганизованные выбросы; ПДК (мг/м³) — максимальная разовая предельно допустимая концентрация; $\bar{H}$ (м) — средневзвешенная по предприятию высота источников выброса (см. п. 7.8).

6. РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ С УЧЕТОМ СУММАЦИИ ВРЕДНОГО ДЕЙСТВИЯ НЕСКОЛЬКИХ ВЕЩЕСТВ

6.1. Для веществ, обладающих суммацией вредного действия (п. 1.4), безразмерная суммарная концентрация q или приведенная к одному веществу суммарная концентрация c рассчитываются с использованием для каждого источника значений мощности M_q или M соответственно, где

$$M_q = \frac{M_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{M_2}{\text{ПДК}_2} + \ldots + \frac{M_n}{\text{ПДК}_n}, \tag{6.1}$$

$$M = M_1 + M_2 \frac{\text{ПДК}_1}{\text{ПДК}_2} + \ldots + M_n \frac{\text{ПДК}_1}{\text{ПДК}_n}, \tag{6.2}$$

где M_1, M_2, ..., M_n — мощности выброса каждого из n веществ; ПДК_1, ПДК_2, ..., ПДК_n — максимальные разовые предельно допустимые концентрации этих веществ.

Примечание.
В остальном расчетная схема остается без изменения. В частности, учет суммации вредного действия для одиночного источника не влияет на значения расстояния $x_м$, где достигается наибольшее загрязнение воздуха, и опасной скорости ветра $u_м$.

6.2. При N_2 источников для каждой группы из N_1 веществ с суммирующимся вредным действием (из каждого отдельного источника выбрасывается от 1 до N_1 ингредиентов) расчеты начинаются с вычисления безразмерной суммы σ^* по формуле

$$\sigma^* = \frac{c_{м11} + c_{м12} + \ldots + c_{м1N_1}}{\text{ПДК}_1} + \frac{c_{м21} + c_{м22} + \ldots + c_{м2N_1}}{\text{ПДК}_2} + \ldots + \frac{c_{мN_11} + c_{мN_12} + \ldots + c_{мN_1N_1}}{\text{ПДК}_{N_1}}. \tag{6.3}$$

...рвый ...декс , ...нач... ма... ...ль... ...конц... ...ац... — н... мер вещества, второй индекс — номер источника.

Если $\sigma^* < 1$, то безразмерная концентрация также меньше единицы. Если $\sigma^* > 1$, то расчет концентраций q или c осуществляется по формулам раздела 5 с использованием для каждого источника вычисленных по формулам (6.1) или (6.2) значений мощности выброса.

Значения максимальных концентраций $q_м$ или $c_м$ при неблагоприятных метеорологических условиях находятся в соответствии с требованиями разделов 2—5 настоящего ОНД с использованием для каждого источника рассчитанных по формуле (6.1) или (6.2) мощностей выбросов.

6.4. При рассмотрении комбинации веществ с суммирующимся вредным действием средневзвешенная опасная скорость ветра $u_{мс}$ для совокупности N источников должна определяться по формуле

$$u_{мс} = \frac{q_{м1} u_{м1} + q_{м2} u_{м2} + \ldots + q_{мN} u_{мN}}{q_{м1} + q_{м2} + \ldots + q_{мN}}, \qquad (6.4)$$

где $q_{м1}, q_{м2}, \ldots, q_{мN}$ — максимальные значения $q_м$ безразмерной концентрации q (см. формулу (1.1)) для каждого из N источников; $u_{м1}, u_{м2}, \ldots, u_{мN}$ — опасные скорости ветра для этих источников, не зависящие от учета эффекта суммации.

6.5. При необходимости учет фоновой концентрации веществ с суммирующимся вредным действием осуществляется путем добавления в числитель каждого из слагаемых в формуле (6.3) значения соответствующей фоновой концентрации (см. разд. 7). Если фоновая концентрация установлена сразу для комбинации веществ с суммирующимся вредным действием, то расчеты загрязнения атмосферы должны выполняться для той же комбинации веществ.

7 УЧЕТ ФОНОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИ РАСЧЕТАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ И УСТАНОВЛЕНИЕ ФОНА РАСЧЕТНЫМ ПУТЕМ

7.1. В случае наличия совокупности источников выброса вклады этих источников (или их части) могут учитываться в расчетах загрязнения воздуха путем использования фоновой концентрации $c_ф$ (мг/м^3), которая для отдельного источника выброса характеризует загрязнение атмосферы в городе или другом населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая данный.

Фоновая концентрация относится к тому же интервалу осреднения (20—30 мин), что и максимальная разовая ПДК. По данным наблюдений $c_ф$ определяется как уровень концентраций, превышаемый в 5 % наблюдений за разовыми концентрациями.

7.2. Определение фоновой концентрации производится на основании данных наблюдений за загрязнением атмосферы по

нормативной методике, утвержденной Госкомгидрометом и Минздравом СССР.

Примечание.
Фоновые концентрации устанавливаются местными органами Госкомгидрометa (УГКС) и Минздрава СССР по данным регулярных наблюдений на сети постов Общегосударственной службы наблюдений и контроля за загрязненностью объектов природной среды (ОГСНК) или по данным подфакельных наблюдений.

7.3. Фоновая концентрация устанавливается либо единым значением по городу, либо, в случае выявления существенной изменчивости, дифференцированно по территории города (по постам), а также по градациям скорости и направления ветра.

7.4. При расчетах для действующих и реконструируемых источников (предприятий) используется значение фоновой концентрации c'_Φ представляющей из себя фоновую концентрацию c_Φ, из которой исключен вклад рассматриваемого источника (предприятия).

Значение c'_Φ вычисляется по формуле

$$c'_\Phi = c_\Phi\left(1 - 0{,}4\,\frac{c}{c_\Phi}\right) \text{ при } c \leqslant 2c_\Phi; \tag{7.1}$$

$$c'_\Phi = 0{,}2c_\Phi \text{ при } c > 2c_\Phi, \tag{7.2}$$

где c — максимальная расчетная концентрация вещества от данного источника (предприятия) для точки размещения поста, на котором устанавливался фон, определенная по формулам разделов 2—6 при значениях параметров выброса, относящихся к периоду времени, по данным наблюдений за который определялась фоновая концентрация c_Φ.

Примечание.
Для вновь строящегося источника (предприятия)

$$c'_\Phi = c_\Phi. \tag{7.3}$$

7.5. В случаях, предусмотренных п. 1.4, допускается использование фоновой концентрации, вычисленной не по отдельным веществам, а совместно по комбинации веществ с суммирующимся вредным действием. При этом фоновая концентрация определяется по концентрациям, приведенным к наиболее распространенному из веществ, входящих в рассматриваемую комбинацию.

7.6. При отсутствии данных наблюдений за приземными концентрациями рассматриваемого вредного вещества или в случаях, когда в соответствии с нормативной методикой по установлению фоновой концентрации (см. п. 7.2) по данным наблюдений фоновая концентрация не определяется, учет последней основывается на использовании данных инвентаризации выбросов и результатов расчетов по формулам настоящего ОНД или приближенно по формулам п. 7.8.

Одним из двух способов учета фоновой концентрации в рассматриваемом случае является расчет распределения суммарной концентрации от рассматриваемых и других существующих и проектируемых источников выбросов вещества или комбинации веществ с суммирующимся вредным действием.

Вторым расчетным способом является замена фоновой концентрации, определенной по экспериментальным данным, фоновой концентрацией, рассчитанной для совокупности источников города (промышленного района) по параметрам, полученным при общегородской инвентаризации выбросов. При этом фоновая концентрация определяется умножением расчетной концентрации c на коэффициент 0,4 с дальнейшим осреднением по территории и выделением градаций скорости и направления ветра в соответствии с нормативной методикой по определению фоновой концентрации (см. п. 7.2).

Примечания.

1. Второй способ, как правило, используется при определении фоновой концентрации для городов.

2. При расчете фонового загрязнения воздуха выбросами автотранспорта используются формулы раздела 3 для наземных линейных источников (потоков автомашин на улицах) и формулы раздела 5 для наземных площадных источников (при учете выбросов автотранспорта на отдельных участках города).

7.7. За фоновую концентрацию $c_ф$ для реконструируемого предприятия, которое является единственным источником в городе, выбрасывающим рассматриваемое вредное вещество, принимается вклад в суммарную концентрацию c источников того же предприятия, не подвергающихся реконструкции.

7.8. Для предприятий рассчитываются также значения фоновых концентраций $c'_{фп}$ на момент достижения предельно допустимых выбросов (на перспективу) по формулам:

$$c'_{фп} = \frac{c'_ф}{c^0_м + c'_ф}\,ПДК \text{ при } c^0_м + c'_ф > ПДК; \qquad (7.4)$$

$$c_{фп} = ПДК - c^0_м \text{ при } c^0_м + c'_ф \leqslant ПДК, \qquad (7.5)$$

где максимальная концентрация веществ от совокупности источников рассматриваемого предприятия $c^0_м$ вычисляется по формулам разделов 2—5 при значениях параметров выброса, относящихся к периоду времени, за который определялась фоновая концентрация $c'_ф$

Примечания.

1. При отсутствии данных наблюдений (см. п. 7.6) концентрации $(c'_{фп})$ для i-го предприятия ($i = 1, 2, \ldots, N_п$) допускается рассчитывать по формуле

$$(c'_{фп})_i = \left[1 - \frac{M_i}{\overline{H}_i \sum_{i=1}^{N_п} \frac{M_i}{\overline{H}_i}}\right] ПДК, \qquad (7.6)$$

где

$$\overline{H}_j = \frac{5M_{(0-10)j} + 15M_{(11-20)j} + 25M_{(21-30)j} + \dots}{M_j}, \qquad (7.7)$$

$$M_j = M_{(0-10)j} + M_{(11-20)j} + M_{(21-30)j} + \dots \qquad (7.8)$$

Здесь $N_п$ — число предприятий в городе, M_j (г/с) и $\overline{H}_j$ (м) — соответственно полный выброс и его средневзвешенная высота на j-м предприятии; $M_{(0-10)j}$, $M_{(11-20)j}$ и т. д.— суммарные выбросы j-го предприятия в интервалах высот источников до 10 м включительно, 11—20, 21—30 м и т. д. Если все источники на j-м предприятии являются низкими или наземными, т. е. высота выброса не превышает 10 м (выбросы могут быть как организованными, так и неорганизованными), то $\overline{H}_j$ принимается равной 5 м.

2. Применимость разработанных с использованием $c_{фп}$ нормативов ПДВ проверяется расчетом концентрации по формулам разделов 2—5.

8. НОРМЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МИНИМАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСА, УСТАНОВЛЕНИЮ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГРАНИЦ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЙ

8.1. При определении минимальной высоты источников выброса и установлении предельно допустимых выбросов концентрация каждого вредного вещества в приземном слое атмосферы c не должна превышать максимальной разовой предельно допустимой концентрации данного вещества в атмосферном воздухе (ПДК), утвержденной Минздравом СССР:

$$c \leqslant \text{ПДК}, \qquad (8.1)$$

При наличии в атмосфере нескольких (n) вредных веществ, обладающих суммацией действия, их безразмерная суммарная концентрация q, определенная по формуле (1.1), не должна превышать единицы:

$$q \leqslant 1. \qquad (8.2)$$

Для веществ, для которых установлены только среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК), используется приближенное соотношение между максимальными значениями разовых и среднегодовых концентраций и требуется, чтобы

$$0{,}1c \leqslant \overline{\text{ПДК}}. \qquad (8.3)$$

При отсутствии нормативов ПДК вместо них используются значения ориентировочно безопасных уровней загрязнения воздуха (ОБУВ) в порядке, установленном Минздравом СССР. Нормы концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе для растительности и животного мира, утвержденные в установленном порядке, принимаются при расчетах только в случаях, когда они яв-

ляются более жесткими, чем ПДК, утвержденные Минздравом СССР (ГОСТ 17.2.3.02—78).

8.2. При наличии фонового загрязнения атмосферы в соотношениях (8.1) и (8.3) вместо c следует принимать $c+c_\phi$, где c_ϕ — фоновая концентрация вредного вещества. Для веществ, обладающих суммацией вредного действия, учет фоновых концентраций в соотношении (8.1) производится согласно положениям раздела 6.

8.3. Для зон санитарной охраны курортов, мест размещения крупных санаториев и домов отдыха, зон отдыха городов, а также для других территорий с повышенными требованиями к охране атмосферного воздуха в формулах (8.1), (8.2) и (1.1) следует ПДК заменить на 0,8 ПДК.

8.4. Определение минимальной высоты источника выброса.

8.4.1. Минимальная высота одиночного источника выброса (трубы) H (м), если установлены значения M (г/с), w_0(м/с), V_1 (м³/с), D (м), в случае $\Delta T \approx 0$ определяется по формуле:

$$H = \left[\frac{AMFD\eta}{8V_1(\text{ПДК} - c_\phi)}\right]^{1/4}. \qquad (8.4)$$

Если вычисленному по формуле (8.4) значению H соответствует значение $v'_м \geqslant 2$, рассчитанное по формуле (2.5), то указанное значение H является окончательным.

Если $v'_м < 2$, то необходимо при найденном значении $H = H_1$ определить величину $n = n_1$ по рис. 2.2 или по формулам (2.8) и последовательными приближениями найти $H = H_2$ по H_1 и n_1, ... $H = H_{i+1}$ по H_i и n_i с помощью формулы

$$H_{i+1} = H_i\left(\frac{n_i}{n_{i-1}}\right)^{1/4}, \qquad (8.5)$$

где n_i и n_{i-1} — значения безразмерного коэффициента n, определенного соответственно по значениям H_i и H_{i-1}.

Уточнение значения H необходимо производить до тех пор, пока два последовательно найденных значения H_i и H_{i+1} практически не будут отличаться друг от друга (с точностью до 1 м).

8.4.2. При $\Delta T > 0$ значение H сначала рассчитывается также согласно п. 8.4.1. Если при этом найденное значение $H \leqslant w_0\sqrt{\frac{10D}{\Delta T}}$, то оно является окончательным.

Если найденное значение $H > w_0\sqrt{\frac{10D}{\Delta T}}$, то предварительное значение минимальной высоты выбросов (трубы) определяется по формуле

$$H = \sqrt{\frac{AMF\eta}{(\text{ПДК} - c_\phi)\sqrt[3]{V_1\Delta T}}}. \qquad (8.6)$$

По найденному таким образом значению $H=H_1$ определяются на основании формул раздела 2 значения f, $v_м$, $v'_м$, f_e и устанавливаются в первом приближении коэффициенты $m=m_1$ и $n=n_1$. Если $m_1n_1\neq 1$, то по m_1 и n_1 определяется второе приближение $H=H_2$ по формуле $H_2=H_1\sqrt{m_1n_1}$. В общем случае $(i+1)$-е приближение H_{i+1} определяется по формуле

$$H_{i+1}=H_i\sqrt{\frac{m_in_i}{m_{i-1}n_{i-1}}}, \qquad (8.7)$$

где m_i, n_i — соответствуют H_i, а m_{i-1}, n_{i-1} — H_{i-1}. Если из источника выбрасывается несколько различных вредных веществ, то за высоту выброса должно приниматься наибольшее из значений H, которые определены для каждого вещества в отдельности и для групп веществ с суммирующимся вредным действием. В частности, если при отсутствии фона из трубы выбрасывается два вредных вещества, для первого из которых значения M и F соответственно равны M_1 и F_1, а для второго — M_2 и F_2, то значение H при $F_1M_1>F_2M_2$ определяется по выбросу первого вредного вещества, а при $F_1M_1<F_2M_2$ — по выбросу второго вредного вещества.

8.4.3. При разработке мероприятий по сокращению выбросов, проектировании, строительстве и реконструкции предприятий следует предусматривать централизацию выбросов вредных веществ путем максимального сокращения числа труб, вентиляционных шахт, дефлекторов, аэрационных фонарей и др.

8.4.4. Увеличение высоты трубы для обеспечения рассеивания с целью соблюдения ПДК в приземном слое атмосферы допускается только после полного использования всех доступных на современном уровне технических средств по сокращению выбросов (в том числе неорганизованных выбросов). При этом использование на энергетических объектах труб высотой более 250 м, а на других производствах — более 200 м допускается только по согласованию с органами Госкомгидромета и Минздрава СССР при наличии технико-экономического обоснования необходимости их сооружения и расчетов загрязнения воздуха в зонах влияния сооружаемых объектов.

8.5. Разработка нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов (ПДВ и ВСВ) для стационарных источников.

8.5.1. Предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу (ПДВ) устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создают приземную концентрацию, превышающую их ПДК для населения, растительного и животного мира (ГОСТ 17.2.3.02—78).

8.5.2. Значения ПДВ устанавливаются при разработке ведомственных предложений по ПДВ, сводных томов «Охрана атмосферы города и предельно допустимый выброс (ПДВ)», подразделов, касающихся защиты атмосферы от загрязнения, в разделе «Охрана окружающей среды» различных видов предпроектной и проектной документации на строительство новых и реконструкцию существующих предприятий (ППД). Они устанавливаются как для строящихся, так и для действующих предприятий.

8.5.3. Установление ПДВ производится с применением методов расчета загрязнения атмосферы промышленными выбросами и с учетом перспектив развития предприятия, физико-географических и климатических условий местности, расположения промышленных площадок и участков существующей и проектируемой жилой застройки, санаториев, зон отдыха городов, взаимного расположения промышленных площадок и селитебных территорий.

8.5.4. ПДВ (г/с) устанавливаются для условий полной нагрузки технологического и газоочистного оборудования и их нормальной работы. ПДВ не должны превышаться в любой 20-минутный период времени.

8.5.5. ПДВ устанавливаются отдельно для каждого источника выброса, не являющегося мелким согласно п. 5.4. Для мелких источников целесообразно установление единых ПДВ от их совокупностей, с предварительным объединением группы источников в более мощный (с большими значениями $c_м$, чем у отдельных источников) площадной или условный точечный источник (п. 5.2—5.4, 5.13). Неорганизованные выбросы всего предприятия или отдельных участков его промплощадки сводятся к площадным источникам или к совокупности условных точечных источников.

8.5.6. Наряду с ПДВ для одиночных источников устанавливаются ПДВ для предприятия в целом. При постоянстве выбросов они находятся как сумма ПДВ от одиночных источников и групп мелких источников. При непостоянстве во времени выбросов от отдельных источников ПДВ предприятия меньше суммы ПДВ от отдельных источников и соответствует максимально возможному суммарному выбросу от всех источников предприятия при нормальной работе технологического и газоочистного оборудования.

8.5.7. ПДВ определяется для каждого вещества отдельно, в том числе и в случаях учета суммации вредного действия нескольких веществ.

8.5.8. При установлении ПДВ учитываются фоновые концентрации $c_ф$. При определении ПДВ для действующих производств $c_ф$ заменяется на $c'_ф$ (см. раздел 7).

8.5.9. Значение ПДВ (г/с) для одиночного источника с круглым устьем в случаях $c_ф < $ ПДК определяется по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - c_ф)\, H^2}{AFm\eta} \sqrt[3]{V_1 \Delta T}. \qquad (8.8)$$

В случае $f \geqslant 100$ или $\Delta T \approx 0$ ПДВ определяется по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - c_\phi) H^{4/3}}{AFm\eta} \frac{8V_1}{D}, \qquad (8.9)$$

Значение ПДВ для источника с прямоугольным устьем определяется по тем же формулам, но при $D = D_0$ и $V_1 = V_{10}$ (см. п. 2.16).

Значение ПДВ для случая выбросов от одиночного аэрационного фонаря определяется по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДВ}_0}{s_3}, \qquad (8.10)$$

где ПДВ_0 находится по формуле (8.8) или (8.9) при $V_1 = V_{10}$ и $D = D_0$, определяемым по (3.3), (2.40), а s_3 определяется согласно п. 3.1.

Примечание.

При необходимости одновременного учета влияния рельефа и застройки в формулах (8.8), (8.9) за величину η принимается произведение поправок к максимальной концентрации на рельеф и застройку.

8.5.10. При установлении ПДВ для одиночного источника выброса смеси постоянного состава веществ с суммирующимся вредным действием сначала определяется вспомогательное значение суммарного $\text{ПДВ} = \text{ПДВ}_c$, приведенного к выбросу одного из веществ. Для этого в формулах (8.8), (8.9) используется ПДК данного вещества и суммарный фон c_ϕ, приведенный к этому же веществу. Затем с учетом состава выбросов определяются ПДВ отдельных вредных веществ.

8.5.11. В случае нескольких одинаковых источников, расстояния между которыми удовлетворяют соотношениям (5.12), (5.15), значение ПДВ для каждого источника определяется делением значения суммарного выброса, установленного согласно п. 8.4, на число источников N.

8.5.12. В случае многоствольной трубы (при $l < d_2 H$) значение ПДВ из всех стволов определяется по формуле

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДК} - c_\phi}{q'_м + d_1 (q'_м - q''_м)}, \qquad (8.11)$$

где $q'_м$ и $q''_м$ (мг/м³) — приземные максимальные концентрации вредного вещества при $M = 1$ г/с, находимые при значениях параметров выброса для одного ствола и диаметра D', равного соответственно фактическому и эффективному диаметрам устья (п. 5.7).

Объем газовоздушной смеси V_1 при расчете $q''_м$ полагается равным его эффективному объему $V_{1э}$ (2.40). Безразмерный коэффициент d_1 определяется с использованием формулы (5.26).

8.5.13. При наличии группы из нескольких источников выброса значения ПДВ ($ПДВ_1$, $ПДВ_2$, ..., $ПДВ_x$) для каждого (i-го) источника находятся по формуле

$$ПДВ_i = M_i, \qquad (8.12)$$

где M_i (M_1, M_2, ..., M_x) — такие значения выброса от каждого источника, которые приняты при расчетах загрязнения атмосферы от всей совокупности источников и при которых максимальная суммарная концентрация в атмосфере при неблагоприятных метеорологических условиях не превышает ПДК — $c_ф$ или 0,8 ПДК — $c_ф$ на территориях, подлежащих особой охране (см. п. 8.3).

8.5.14. При разработке ПДВ для реконструируемого предприятия расчеты выполняются на фактическое положение и на перспективу. При расчетах на фактическое положение используются значения M и V_1 по данным последней инвентаризации выбросов с внесением в случае необходимости дополнительных уточнений. При расчетах на перспективу расчеты производятся отдельно для каждого из намеченных этапов сокращения выбросов с использованием значений M и V_1, ожидаемых в результате реализации намеченных мероприятий.

Примечания.

1. Предлагаемый в качестве ПДВ вариант должен быть оптимальным по технико-экономическим показателям.

2. Если для какого-либо вредного вещества выполняется соотношение

$$\sum_{i=1}^{N} c_{мi} + c_ф < ПДК, \qquad (8.13)$$

то в этом случае (при отсутствии необходимости учета суммации вредного действия нескольких веществ) использованные при расчетах значения M_i могут быть приняты в качестве $ПДВ_i$ без расчетов суммарного загрязнения атмосферы.

8.5.15. Установлению ПДВ для отдельного источника предшествует определение его зоны влияния, радиус которой приближенно оценивается как наибольшее из двух расстояний от источника: x_1 и x_2 (м), где $x_1 = 10x_м$ (при этом x_1 соответствует расстоянию, на котором c составляет 5 % от $c_м$). Значение x_2 определяется как расстояние от источника, начиная с которого $c \leqslant 0{,}05$ ПДК. Здесь $c_м$, $x_м$ и c определяются по формулам раздела 2. Значение x_2 при ручных расчетах находится графически с использованием рис. 2.4 как расстояние x за максимумом, соответствующее $s_1 = 0{,}05$ ПДК/$c_м$. При $c_м \leqslant 0{,}05$ ПДК значение x_2 полагается равным нулю.

Для предприятий также устанавливаются зоны влияния, включающие в себя круги радиусом x_1, проведенные вокруг каждой из труб предприятия, и участки местности, где рассчитанное на ЭВМ суммарное загрязнение атмосферы от всей совокупности источников выброса данного предприятия, в том числе низких и неорганизованных выбросов, превышает 0,05 ПДК.

Зоны влияния источников и предприятий рассчитываются по каждому вредному веществу (комбинации веществ с суммирующимся вредным действием) отдельно.

Для предприятий и источников, зоны влияния которых целиком расположены в участках города, где рассчитанная суммарная концентрация от всех источников города $\bar{c} <$ ПДК, значения выбросов, использованные при указанных расчетах $\bar{c}$, принимаются в качестве ПДВ.

Примечание.
При определении размеров зоны влияния предприятия расчеты загрязнения атмосферы на ЭВМ допускается приближенно производить только для одного расчетного направления ветра (с предприятия на центр города), средневзвешенной опасной скорости ветра $u = u_{мс}$, причем расчетная область представляется отрезком между центром предприятия и границей города.

8.5.16. При детализации фона только по территории города в качестве фона $c_ф$ для предприятия (источника) при установлении ПДВ используется его максимальное значение в зоне влияния рассматриваемого предприятия (источника). После этого учет фона производится обычным образом.

Если фон в зоне влияния детализирован по двум градациям скорости ветра ($c_{ф1}$ и $c_{ф2}$), то для одиночного источника сначала определяются вспомогательные значения M_i в каждой из градаций скорости ветра по следующим формулам:

$$M_i = \frac{(\text{ПДК} - c_{фi})\, H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}{AF m n \eta r_i} \quad \text{при } f \leqslant 100, \tag{8.14}$$

$$M_i = \frac{(\text{ПДК} - c_{фi})\, H^{4/3}}{AF n \eta r_i} \cdot \frac{8 V_1}{D}$$

$$\text{при } f > 100 \text{ или } \Delta T \approx 0. \tag{8.15}$$

Здесь $i = 1$ или 2, безразмерный коэффициент r_i определяется с помощью соотношений (2.19), остальные обозначения аналогичны введенным в раздел 2. Значение $i = 1$ соответствует той градации скорости ветра, в которую попадает опасная скорость ветра $u_м$. Для этой градации полагается $r_1 = 1$. Если $c_{ф1} > c_{ф2}$, то ПДВ $= M_1$. Если $c_{ф2} > c_{ф1}$, то производится расчет M_2, причем при расчете безразмерного коэффициента r_2 используется скорость u, соответствующая середине рассматриваемой градации. В последнем случае ПДВ равен минимальному значению из M_1 и M_2:

$$\text{ПДВ} = \min(M_1, M_2). \tag{8.16}$$

8.5.17. Если $c'_ф >$ ПДК, то увеличение мощности выброса от реконструируемых объектов и строительство на предприятии новых объектов с выбросами тех же веществ или веществ, обладающих с ними суммацией вредного действия, может быть допущено только при одновременном обеспечении снижения выбросов вредных веществ в атмосферу на остальных объектах рассматриваемого предприятия или на других предприятиях города, обоснованного проектными решениями.

8.5.18. Наряду с максимальными разовыми ПДВ (г/с) в оперативных целях для выполнения проектных оценок темпов сниже-

ния выбросов и возможностей утилизации уносимых газовоздушной смесью вредных веществ устанавливаются годовые значения $ПДВ_г$ (т/год) для отдельных источников и предприятия в целом.

Для отдельного (i-го) источника из N источников предприятия $ПДВ_{гi}$ находится с учетом временной неравномерности выбросов, в том числе за счет планового ремонта технологического и газоочистного оборудования.

Для предприятия в целом $ПДВ_г$ находится по формуле:

$$ПДВ_г = \sum_{i=1}^{N} ПДВ_{гi}. \qquad (8.17)$$

8.5.19. Для действующих предприятий, если в воздухе городов или других населенных пунктов концентрации вредных веществ превышают ПДК, а значения ПДВ в настоящее время не могут быть достигнуты, по согласованию с органами Госкомгидромета и Минздрава СССР предусматривается поэтапное, с указанием длительности каждого этапа, снижение выбросов вредных веществ до значений ПДВ, обеспечивающих достижение ПДК, или до полного предотвращения выбросов. На каждом этапе до обеспечения значений ПДВ устанавливаются временно согласованные выбросы вредных веществ (ВСВ) с учетом значений выбросов предприятий с наилучшей (в части охраны окружающей среды) достигнутой технологией производства, аналогичных по мощности и технологическим процессам. При установлении ВСВ следует пользоваться теми же приемами расчета, что и при установлении ПДВ.

Примечания.

1. Значения ВСВ, так же как и ПДВ, устанавливаются для источников и для предприятия в целом.

2. Следует предусматривать мероприятия по кратковременному снижению выбросов в периоды аномально опасных метеоусловий.

3. Если зона влияния источника (вне зависимости от соотношения между концентрациями c в точке его расположения и ПДК) захватывает участки местности, где $c > ПДК$, то на соответствующем этапе снижения выбросов должно устанавливаться значение ВСВ.

4. Для вновь проектируемых предприятий (объектов) значения ВСВ не устанавливаются.

8.6. Определение границ санитарно-защитной зоны предприятий.

8.6.1. Размеры санитарно-защитной зоны (СЗЗ) l_0 (м), установленные в Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий, должны проверяться расчетом загрязнения атмосферы в соответствии с требованиями настоящего ОНД (разделы 2—5) с учетом перспективы развития предприятия и фактического загрязнения атмосферного воздуха.

8.6.2. Полученные по расчету размеры СЗЗ должны уточняться отдельно для различных направлений ветра в зависимости от результатов расчета загрязнения атмосферы и среднегодовой розы

ветров района расположения предприятия по формуле

$$l = L_0 \frac{P}{P_0}, \qquad (8.18)$$

где l (м) — расчетный размер СЗЗ; L_0 (м) — расчетный размер участка местности в данном направлении, где концентрация вредных веществ (с учетом фоновой концентрации от других источников) превышает ПДК; P (%) – среднегодовая повторяемость направления ветров рассматриваемого румба; P_0 (%) — повторяемость направлений ветров одного румба при круговой розе ветров. Например, при восьмирумбовой розе ветров $P_0 = \frac{100}{8} = 12{,}5$ %. Значения l и L_0 отсчитываются от границы источников.

Примечания.

1. Значения L_0 в общем случае могут различаться для ветров разных направлений.

2. Среднегодовая роза ветров, характеризуемая значениями P для разных румбов, принимается по данным «Справочника по климату СССР», а при отсутствии необходимых данных в этом справочнике запрашивается в УГКС по месту расположения предприятия.

8.6.3. Учитывая значительную пространственную изменчивость розы ветров, особенно в условиях сложного рельефа, речных долин, вблизи морей, озер и т. п., при использовании справочных данных следует согласовать принятую розу ветров с УГКС Госкомгидромета по месту расположения предприятия.

8.6.4. Если в соответствии с предусмотренными техническими решениями и расчетами загрязнения атмосферы размеры СЗЗ для предприятия получаются больше, чем размеры, установленные Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий, то необходимо пересмотреть проектные решения и обеспечить выполнение требований Санитарных норм за счет уменьшения количества выбросов вредных веществ в атмосферу, увеличения высоты их выброса с учетом установленных ограничений и др. Если и после дополнительной проработки не выявлены технические возможности обеспечения размеров СЗЗ, требуемых этими Санитарными нормами, то размеры l принимаются в соответствии с результатами расчета загрязнения атмосферы по согласованию с Минздравом СССР и Госстроем СССР.

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ ЛИНЕЙНЫХ И ПЛОЩАДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПРИ ВЕТРЕ ВДОЛЬ ИЛИ ПОПЕРЕК ИСТОЧНИКА

1. Распределение концентраций вредных веществ c на расстоянии x от центра линейного источника длиной L при ветре, направ-

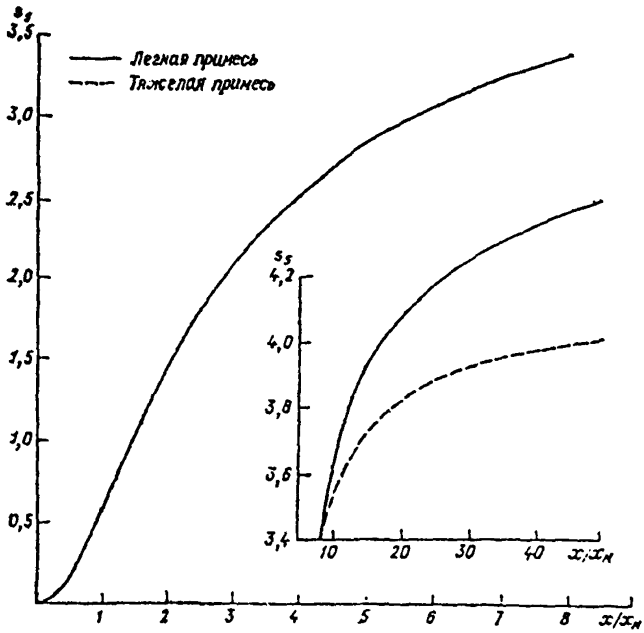

Рис. 1

ленном вдоль этого источника, в случае, когда скорость ветра равна $u_м$, определяется по формуле

$$c = (s_s' - s_s'')\frac{x_м' c_м'}{L}, \qquad (1)$$

где s_s' и s_s'' — безразмерные коэффициенты, определяемые по графику для s_s на рис. 1 в зависимости от отношений $\frac{2x+L}{2x_м'}$ и $\frac{2x-L}{2x_м'}$ соответственно, причем по пунктирной линии в случае

тяжелой примеси. Здесь значения $c'_м$, $x'_м$ определяются согласно п. 3.1, 3.5.

При высотах источника H меньше 10 м безразмерный коэффициент s_3 заменяется на безразмерный коэффициент s'_3:

$$s'_3(f) = 0{,}125(H-2) + 0{,}125(10-H) \text{ при } f \leqslant 1; \quad (2а)$$

$$s''_3(f) = s_3(f) + 0{,}125(10-H)[1-s_3(f)] \text{ при } f > 1, \quad (2б)$$

где s_3 определяется по тому же аргументу f с помощью рис. 1.

При скорости ветра $u \neq u_м$ значение c определяется по формуле

$$c = pr(s'_3 - s''_3)\frac{x'_м c'_м}{L}, \quad (3)$$

где r и p определяются в соответствии с п. 2.10 и 2.11 по значению $u/u'_м$, а s'_3 и s''_3 соответственно по $\frac{2x+L}{2px'_м}$ и $\frac{2x-L}{2px'_м}$.

2. Значение максимальной концентрации вредных веществ при ветре, направленном поперек линейного источника, определяется по формуле

$$c_м = \varepsilon_1 c'_м. \quad (4)$$

Здесь безразмерный коэффициент ε_1 определяется по формулам:

$$\varepsilon_1 = 0{,}923\alpha \text{ при } \alpha \leqslant 0{,}255; \quad (5а)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{1{,}13\alpha^2}{(\alpha+0{,}3)^2} \text{ при } 0{,}255 < \alpha \leqslant 2{,}32; \quad (5б)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\alpha^2}{\alpha^2+0{,}7} \text{ при } \alpha > 2{,}32, \quad (5в)$$

где

$$\alpha = \frac{x'_м}{L\sqrt{u'_м}} \text{ при } u'_м \leqslant 5, \quad (6а)$$

$$\alpha = 45\frac{x'_м}{L} \text{ при } u'_м > 5. \quad (6б)$$

Расстояние от линейного источника $x_м$, на котором достигается максимальная приземная концентрация вредных веществ $c_м$, определяется по формуле

$$x_м = \varepsilon_2 x'_м; \quad (7)$$

$$\varepsilon_2 = 3 \text{ при } \alpha \leqslant 0{,}25; \quad (8а)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1{,}5}{\sqrt{\alpha}} \text{ при } 0{,}25 < \alpha < 2{,}25; \quad (8б)$$

$$\varepsilon_2 = 1 \text{ при } \alpha > 2{,}25. \quad (8в)$$

3. Распределение концентраций вредных веществ c (мг/м³) на расстоянии x (м) от центра линейного источника при ветре скоростью u (м/с), направленном поперек линейного источника, определяется по формуле

$$c = s_1 s_6 r c'_м. \tag{9}$$

При расчетах начало координат располагается в центре линейного источника, ось x направлена вдоль, а ось y — перпендикулярно направлению ветра.

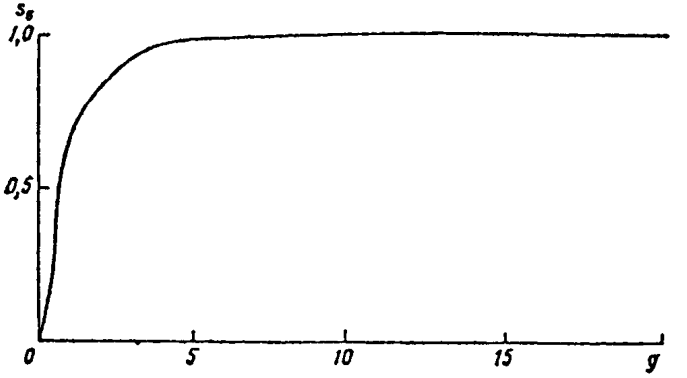

Рис. 2

Концентрация вредных веществ c_y (мг/м³) на расстоянии y (м) от оси факела определяется по формуле

$$c_y = \frac{r s_1}{2}\left[\left(1 + \frac{2y}{L}\right)s'_6 + \left(1 - \frac{2y}{L}\right)s''_6\right]c'_м. \tag{10}$$

Здесь s_1 — безразмерный коэффициент, определяемый в соответствии с п. 2.12 по значению отношения $\frac{x}{px'_м}$; r, p — безразмерные коэффициенты, определяемые в соответствии с п. 2.10 и 2.11 по значению отношения $u/u'_м$; s'_6, s''_6, s_6 — безразмерные коэффициенты, определяемые по формуле (11) или по рис. 2 в зависимости от значений L (м), $(2y+L)$ (м) и $(2y-L)$ (м), используемых при вычислении аргумента g:

$$s_6 = 0{,}57g\left[1 - \frac{1}{(1 + 0{,}44/g + 0{,}58/g^2 + 0{,}49/g^4)^4}\right] \tag{11}$$

$$g = x/L\sqrt{u} \quad \text{при} \quad u \leqslant 5, \tag{12а}$$

$$g = 0{,}45x/L \quad \text{при} \quad u > 5. \tag{12б}$$

Для $g > 6{,}74$ функция s_6 принимается равной 1.

Примечание.

На достаточно большом расстоянии от линейного источника, которому соответствует безразмерный коэффициент s_6, близкий к единице, линейный источ-

ник может рассматриваться как одиночный точечный источник с $c_м = c'_м$, $x_м = x'_м$ и $u_м = u'_м$.

4. При ветре, направленном перпендикулярно одной из сторон площадного источника прямоугольной формы, концентрация (как на территории самого источника, так и за его пределами) рассчитывается по формуле

$$c = \frac{c''_м}{2L'} \{g_7 [s_7(g_1, g_2) - s_7(g_1 - g_3, g_4)] + g_8 [s'_7(g_1, g_2) - s_7(g_1 - g_3, g_4)]\}. \quad (13)$$

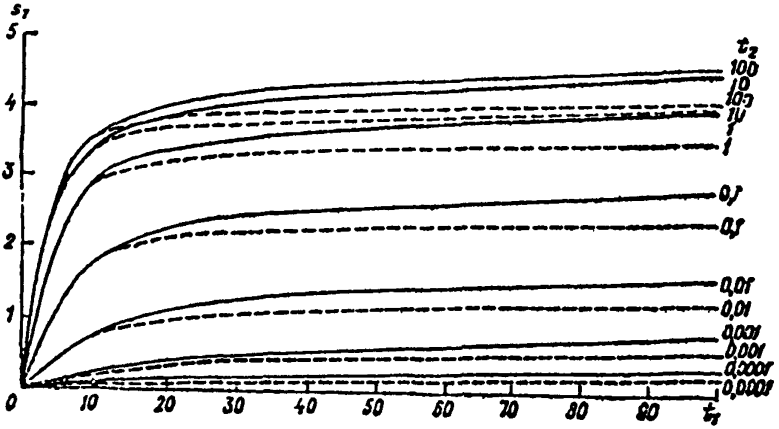

Рис. 3

где

$$g_1 = \frac{x}{x''_м}; \quad g_2 = \frac{y}{x''_м}, \quad g_3 = \frac{L_2}{x''_м},$$

$$g_4 = \frac{L'}{x''_м}, \quad g_5 = \frac{1}{u_м (2g_2 + g_4)^3}, \quad (14)$$

$$g_6 = \frac{1}{u_м (2g_2 - g_4)^3}, \quad g_7 = 1 + \frac{2g_2}{g_4}, \quad g_8 = 1 - \frac{2g_2}{g_4},$$

x и y — координаты расчетной точки в системе координат с началом в середине наветренного края источника; $x''_м$ — расстояние от одиночного входящего в рассматриваемую совокупность точечного источника, на котором при опасной скорости ветра $u_м = u''_м$ достигается максимальная концентрация; $c''_м$ (мг/м³) — максимальная концентрация от одиночного точечного источника, которая имела бы место в том случае, если бы его выбросы равнялись полному выбросу M от площадного источника; L' — меньшее из значений x и L_2; L_1 и L_2 — протяженности площадного источника со-

ответственно поперек и вдоль ветра; безразмерный коэффициент $s_7(l_1, l_2)$ в зависимости от l_1 и l_2 определяется по рис. 3 (сплошные линии относятся к легкой, пунктирные — к тяжелой примеси).

Примечания.

1. За значение M для площадного источника принимается максимальный суммарный выброс с его территории с учетом в необходимых случаях неодновременности выбросов от отдельных точечных источников.

2. По формулам (13), (14) рассчитывается распределение концентраций и при $u \neq u_м$. В этом случае $c'_м$ заменяется на $c'_{мu}$, $x'_м$ — на $x'_{мu}$, $u_м$ — на u. Здесь $c'_{мu} = rc'_м$, $x'_{мu} = px'_м$, безразмерные коэффициенты r и p определяются по отношению $u/u'_м$ в соответствии с п. 2.10, 2.11.

3. По приведенным формулам расчет концентраций производится для площадных источников, у которых $L_1/x'_м$ и $L_2/x'_м$ не превышает 10. При размерах площадных источников, превышающих указанные значения, они должны разбиваться на несколько площадных источников меньшей площади.

4. Расчеты по формулам Приложения 1 производятся, как правило, без применения ЭВМ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Рекомендуемое

РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА ПРОМПЛОЩАДКЕ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЗАСТРОЙКИ

1. Основные расчетные характеристики

1.1. Влияние застройки (зданий и сооружений) на загрязнение воздуха связано с изменением характера воздушных течений вблизи здания. При обтекании отдельных зданий и их групп могут образовываться ветровые тени (застойные зоны) с близкой к нулю средней скоростью ветра и интенсивным турбулентным перемешиванием. Формулы настоящего Приложения предназначены для расчета приземных концентраций в слое 0—2 м и вертикального распределения концентраций в приземном слое воздуха (включая расчет концентраций у стен и крыш зданий) с учетом влияния застройки.

Учет влияния застройки осуществляется для источников средней высоты, низких и наземных источников (см. п. 1.3). Расчет загрязнения воздуха от высоких источников, как правило, производится без учета влияния застройки, за исключением случаев, предусмотренных п. 1.7 Приложения 2.

Примечание.

Классификация источников производится в соответствии с п. 1.3 настоящего ОНД; причем за H принимается высота устья над уровнем подстилающей поверхности.

1.2. Для каждого из рассматриваемых источников перед выполнением расчетов с учетом застройки определяются по формулам раздела 2 значения максимальной концентрации $c_м$, а также расстояния $x_м$ и опасной скорости $u_м$, при которых достигается концентрация $c_м$ при отсутствии застройки.

1.3. Расчет загрязнения воздуха с учетом влияния застройки производится в случаях, когда здание удалено от источника на расстояние менее $x_м$, или когда источник расположен на здании или в зонах возможного образования ветровых теней (п. 1.5 Приложения 2). При этом высота здания $H_з$ должна быть не менее 0,4 высоты источника H ($H_з \geqslant 0{,}4H$). Если здание удалено от источника на расстояние большее, чем $0{,}5x_м$, и основание источника не размещается в зоне возможного образования ветровой тени, то учет влияния застройки производится в случаях, когда высота здания превышает 0,7 высоты источника ($H_з > 0.7H$).

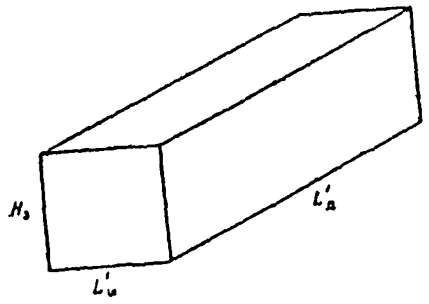

Рис. 1

Примечания.

1. Как правило, не подлежат учету здания и сооружения высотой менее 5 м, а также здания и сооружения, максимальный линейный размер которых по горизонтали не превосходит 10 м.

2. Учет сооружений производится в случае, если их коэффициент заполнения, определяемый согласно СНиП II-6—74 «Нагрузки и воздействия», не ниже 0,5.

1.4. Рассматриваемое здание, как правило, аппроксимируется параллелепипедом (рис. 1) высотой $H_з$, длиной $L'_д$ (размер наибольшей стороны основания) и шириной $L'_ш$. Высота $H_з$ определяется по формуле

$$H_з = \frac{V_з}{S_о}, \qquad (1)$$

где $V_з$ — фактический объем здания, $S_о$ — фактическая площадь основания. Значения $L'_д$ и $L'_ш$ должны удовлетворять условию $L'_д L'_ш = S_о$, а положение боковых сторон аппроксимирующего параллелепипеда выбирается так, чтобы они были близки к стенам зданий.

Примечания.

1. В случае зданий сложной конфигурации (рис. 2) они аппроксимируются несколькими параллелепипедами. При этом расчет приземных концентраций производится согласно п. 5 Приложения 2 как для совокупности зданий.

2. Для зданий, имеющих в плане форму, близкую к правильному многоугольнику или кругу, в качестве основания аппроксимирующего параллелепипеда берется квадрат.

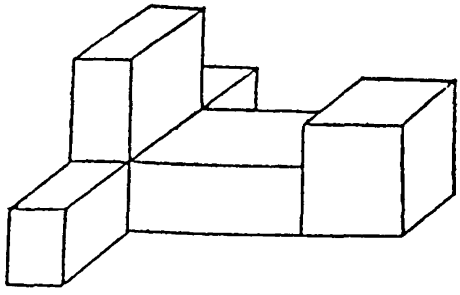

Рис. 2

1.5. Для каждого здания при заданном направлении ветра различаются три основных типа ветровых теней (рис. 3 *а*): подветренная (*I*), на крыше (*II*) и наветренная (зона подпора) (*III*). Максимальные значения H_I, H_{II}, H_{III} высоты над уровнем земли ветровых теней указанных типов и их протяженности L_I, L_{II}, L_{III} определяются формулами:

$$H_I = H_з, \quad L_I = 4L^*, \tag{2а}$$

$$\text{при } L_д \leqslant 2L^*: H_{II} = H_з + 0{,}4L_д, \quad L_{II} = L_д, \tag{2б}$$

$$\text{при } L_д > 2L^*: H_{II} = H_з + 0{,}4L^*, \quad L_{II} = 2L^*, \tag{2в}$$

$$H_{III} = 0{,}5L^*, \quad L_{III} = L^*, \tag{2г}$$

где

$$L^* = H_з \text{ при } H_з \leqslant L_ш, \tag{3а}$$

$$L^* = L_ш \text{ при } H_з > L_ш. \tag{3б}$$

Размеры $L_д$ и $L_ш$ устанавливаются в зависимости от направления ветра. В случаях, когда ветер направлен по перпендикуляру к стене здания, длина этой стены принимается за $L_ш$, а длина смежной стены — за $L_д$ (рис. 3 *б*). В остальных случаях $L_д$ и $L_ш$ устанавливаются в соответствии с п. 2.3 Приложения 2.

Границы ветровых теней устанавливаются по графикам, приведенным на рис. 3 *в*—*д*, или по формулам:

$$h_I(x) = H_з f_I = H_з \left[1 - \left(\frac{x}{4L^*}\right)^2\right] \text{ при } 0 \leqslant x \leqslant 4L^*, \tag{4а}$$

$$h_{II}(x) = H_з + L^* f_{II} = H_з + L^* 1{,}6 \frac{x}{L_{II}} \left(1 - \frac{x}{L_{II}}\right)$$

$$\text{при } 0 < x < L_{II}, \tag{4б}$$

$$h_{III}(x) = L^* f_{III} = L^* \frac{1 - x/L^*}{2 + x/L^*} \text{ при } 0 \leqslant x \leqslant L^*, \tag{4в}$$

где x — расстояние вдоль направления ветра от расчетной точки до стены здания. Если ветровые тени зданий, которые необходимо

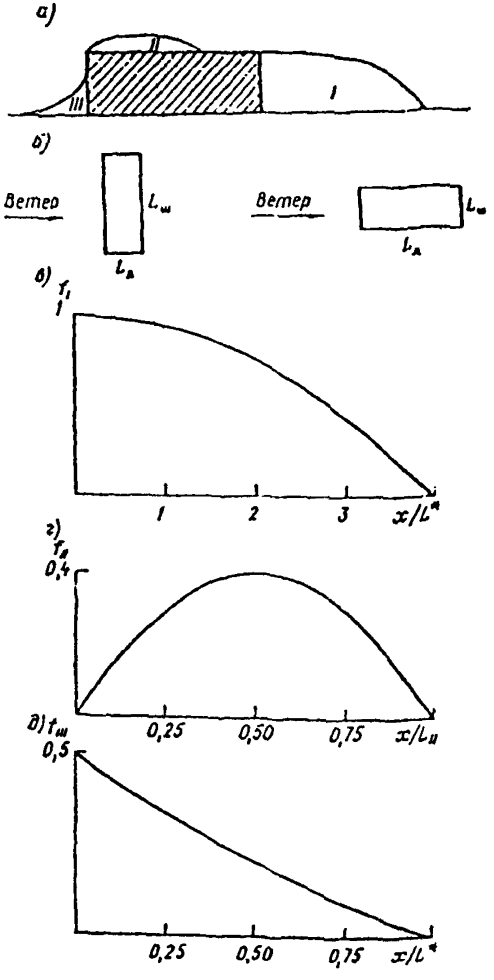

Рис. 3

учесть в расчетах, пересекаются, то образуется объединенная тень, конфигурация которой определяется согласно п. 9.1 Приложения 2.

Примечания.

1. В отдельных случаях возможен более детальный учет взаимодействия ветровых теней с использованием рекомендаций п. 9 Приложения 2.

2. Если высота ветровых теней $H_д$ (в зонах I, II, III) окажется менее 2 м, то принимается $H_д = 2$ м.

1.6. В общем случае при наличии застройки максимальное значение приземной концентрации $\widehat{c}_м$ определяется через максимальную концентрацию $c_м$, полученную без учета влияния застройки (см. п. 1.2 Приложения 2), по формуле

$$\widehat{c}_м = c_м \widehat{\eta}_м, \qquad (5)$$

где $\widehat{\eta}_м$ — поправка, учитывающая влияние застройки. Концентрация $\widehat{c}_м$ достигается на расстоянии $x_м$ от источника при опасной скорости ветра $\widehat{u}_м$ и опасном направлении ветра.

1.7. Для высоких источников учет влияния застройки производится по схеме, изложенной в разделах 2—9 данного Приложения, по согласованию с органами Госкомгидромета в отдельных случаях (например, при размещении источников вблизи здания, высота которого превышает высоту источников).

2. Расчет максимальных концентраций от одиночного точечного источника в случае одного здания

2.1. Порядок определения $\widehat{c}_м$ устанавливается в зависимости от расположения источника относительно здания. При размеще-

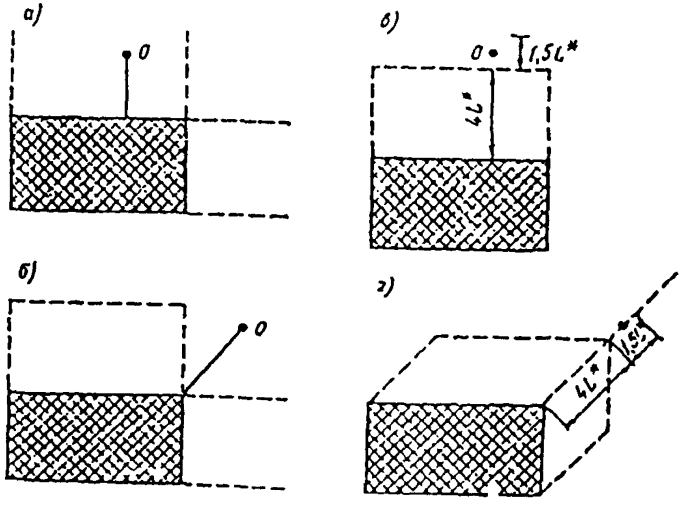

Рис. 4

нии основания источника в зонах возможного образования подветренной тени при перпендикулярном к стене здания направлении ветра (см., например, рис. 4 *а*), $\widehat{c}_м$ определяется в соответствии с п. 2.2 Приложения 2. При размещении основания источника

в зонах, где ветровые тени образуются только при направлении ветра, составляющем острый угол с нормалью к одной из стен здания (см, например, рис. 4 *б*), $\widehat{c}_м$ определяется в соответствии с п. 2.3 Приложения 2. Если основание источника располагается вне зон возможного образования ветровой тени на удалении до $1{,}5\,L^*$ от их границы $x_в$ (рис. 4 *в*, *г*), то расчет $\widehat{c}_м$ производится в соответствии с п. 2.4 Приложения 2. В остальных случаях расчет максимальных концентраций производится без учета влияния зданий, т. е. $\widehat{c}_м = c_м$.

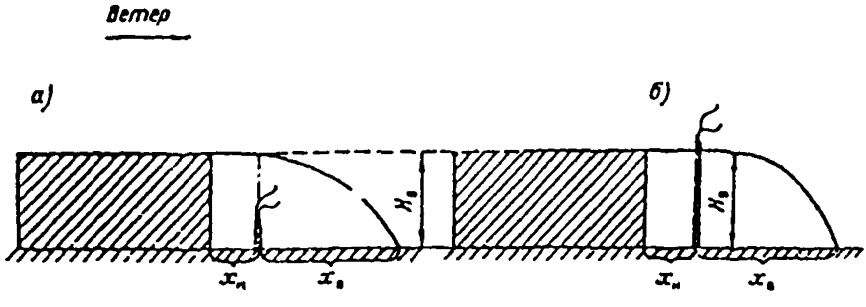

Рис. 5

2.2. При размещении основания источника в зонах возможного образования ветровых теней при перпендикулярном к стене здания направлении ветра (рис. 4 *а*) максимальная приземная концентрация достигается при опасном направлении ветра, соответствующем переносу воздуха по перпендикуляру от здания к источнику. В этом случае

$$\widehat{\eta}_м = \vartheta_1 \zeta_м + s_1 (1 - \zeta_м), \tag{6}$$

где

$$\vartheta_1 = r_э \tilde{\eta} s. \tag{7}$$

Коэффициенты в формулах (6) и (7) являются безразмерными. Коэффициент $r_э$ описывает влияние различия в опасных скоростях ветра при наличии здания ($\widehat{u}_м$) и при его отсутствии ($u_м$), коэффициент $\tilde{\eta}$ — изменение структуры воздушного потока при наличии застройки, коэффициенты s и $\zeta_м$ — влияние турбулентной диффузии внутри тени и колебаний направления ветра. Коэффициент s_1 имеет тот же смысл, что и в соответствующих формулах раздела 2.

Для определения коэффициента $r_э$ предварительно вычисляется опасная скорость ветра $\widehat{u}_м$ по формулам (2.16а)—(2.17в). При этом, если высота источника H меньше высоты зоны ветровой тени $H_в$ в точке расположения источника, т. е. $H < H_в$ (рис. 5 *а*), то расчет входящих в указанные формулы значений $c_м$

и f производится при замене высоты источника H на высоту зоны тени $H_в$. Далее коэффициент $r_э$ определяется в зависимости от $\widehat{u}_м/u_м$ по графику, приведенному на рис. 6, или по формулам

$$r_э = 0\,67\left(\frac{\widehat{u}_м}{u_м}\right) + 1{,}67\left(\frac{\widehat{u}_м}{u_м}\right)^2 - 1{,}34\left(\frac{\widehat{u}_м}{u_м}\right)^3 \quad \text{при} \quad \frac{\widehat{u}_м}{u_м} \leqslant 1, \tag{8а}$$

$$r_э = \frac{3\widehat{u}_м/u_м}{2\,(\widehat{u}_м/u_м)^2 - \widehat{u}_м/u_м + 2} \quad \text{при} \quad \frac{\widehat{u}_м}{u_м} > 1. \tag{8б}$$

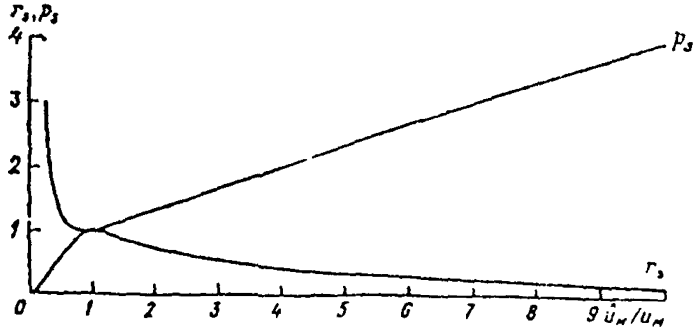

Рис. 6

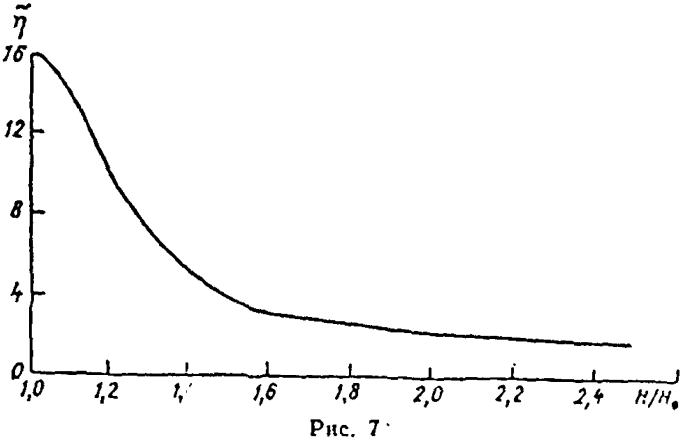

Рис. 7

Если $H > H_в$ (рис. 5 *б*), то $\widehat{u}_м = u_м$ и $r_э = 1$.

При $H > H_в$ коэффициент $\tilde{\eta}$ определяется по графику, приведенному на рис. 7, или по формуле

$$\tilde{\eta} = 1 + \frac{1}{1 + 16\,(H/H_в - 1)^2} \quad \text{при} \quad H \geqslant H_в \tag{9}$$

в зависимости от отношения $H/H_в$. При $H < H_в$ принимается значение $\tilde{\eta}$, соответствующее $H = H_в$.

Если

$$\tilde{\eta} < 1{,}4, \tag{10}$$

то при расчетах принимается:

$$\tilde{\eta}_{\text{м}} = 1, \quad \tilde{c}_{\text{м}} = c_{\text{м}}, \quad \tilde{u}_{\text{м}} = u_{\text{м}}, \quad \tilde{x}_{\text{м}} = x_{\text{м}}. \tag{11}$$

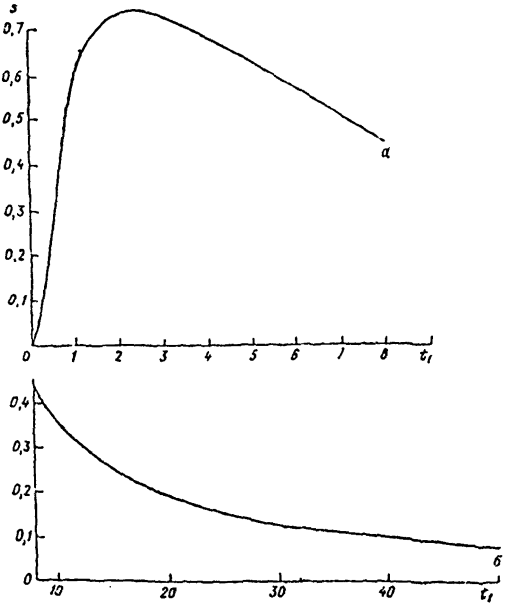

Рис. 8

Коэффициент s в (7) определяется по графику, приведенному на рис. 8, или по формулам:

$$s = 0{,}6t_1^4 - 2t_1^3 + 2t_1^2 \quad \text{при} \quad 0 \leqslant t_1 < 1; \tag{12а}$$

$$s = \frac{62{,}2}{64 + t_1^2} - \frac{0{,}357}{t_1} \quad \text{при} \quad 1 \leqslant t_1 \leqslant 8; \tag{12б}$$

$$s = \frac{t_1(t_1 - 1) + 14{,}7}{t_1[1{,}62t_1(t_1 - 1) + 2{,}09]} + \frac{0{,}51(t_1 - 4{,}92)^2}{t_1(t_1 - 3{,}63)^2} + \frac{3{,}04}{t_1}$$

$$\text{при} \quad 8 < t_1 \leqslant 50; \tag{12в}$$

$$s = \frac{4{,}93}{t_1 + 10} \quad \text{при} \quad t_1 > 50 \tag{12г}$$

в зависимости от аргумента

$$t_1 = \frac{L_1\sqrt{\bar{n}}}{1{,}1 p_э x_м}, \qquad (13)$$

где при $H < H_в$ коэффициент $p_э$ устанавливается в зависимости от отношения $a_м/u_м$ по графику, приведенному на рис. 6, или по формулам:

$$p_э = 3 \text{ при } \frac{a_м}{u_м} \leqslant 0{,}25; \qquad (14а)$$

$$p_э = 8{,}43\left(1 - \frac{a_м}{u_м}\right)^5 + 1 \text{ при } 0{,}25 < \frac{a_м}{u_м} \leqslant 1; \qquad (14б)$$

$$p_э = 0{,}32\,\frac{a_м}{u_м} + 0{,}68 \text{ при } \frac{a_м}{u_м} > 1. \qquad (14в)$$

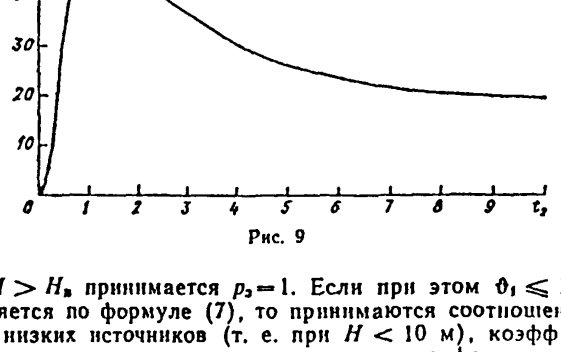

Рис. 9

а при $H > H_в$ принимается $p_э = 1$. Если при этом $\vartheta_1 \leqslant 1$, где ϑ_1 определяется по формуле (7), то принимаются соотношения (11).

Для низких источников (т. е. при $H < 10$ м), коэффициент s в (7) заменяется на s_L, где s_L определяется по формулам:

$$s_L = 1 \text{ при } t_1 \leqslant 1 \text{ и } H \leqslant 2 \text{ м};$$

$$s_L = 0{,}125\,(10 - H) + 0{,}125\,(H - 2)\,s \text{ при } t_1 \leqslant 1 \text{ и } 2 < H < 10 \text{ м};$$

$$s_L = s + \frac{0{,}4}{t_1} \text{ при } t_1 > 1 \text{ и } H \leqslant 2 \text{ м}; \qquad (15)$$

$$s_L = s + \frac{0{,}05\,(10 - H)}{t_1} \text{ при } t_1 > 1 \text{ и } 2 < H < 10 \text{ м}.$$

Для определения $\zeta_м$ предварительно по рис. 9 или по формулам:

$$\varphi_к = 136{,}5t_2^4 - 364t_2^3 + 273t_2^2 \text{ при } t \leqslant 1, \qquad (16а)$$

$$\varphi_к = 18 + \frac{28}{1 + 0{,}02t_2^3} \text{ при } t_2 > 1 \qquad (16б)$$

находится вспомогательный угол $\varphi_к$ (в градусах) в зависимости от отношения

$$t_2 = \frac{L_ш}{L_д}. \tag{17}$$

Безразмерный коэффициент $\zeta_м$ определяется по рис. 10 или по формуле

$$\zeta_м = 1 - \frac{1}{\left(1 + 2{,}9 \cdot 10^{-5} t_3 + 2{,}5 \cdot 10^{-5} t_3^2 + 9{,}2 \cdot 10^{-10} t_3^4\right)^4} \tag{18}$$

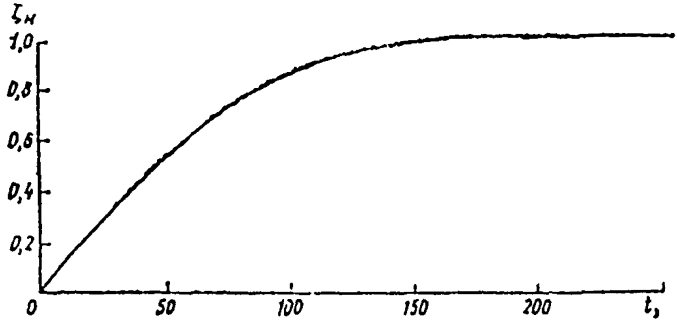

Рис. 10

в зависимости от аргумента t_3:

$$t_3 = \varphi_к \sqrt{\hat{u}_м} \quad \text{при} \quad \hat{u}_м \leqslant 5 \text{ м/с}, \tag{19а}$$

$$t_3 = 2{,}24 \varphi_к \quad \text{при} \quad \hat{u}_м > 5 \text{ м/с}. \tag{19б}$$

Если значение $\zeta_м$ удовлетворяет неравенству

$$\zeta_м \leqslant 0{,}05, \tag{20}$$

то принимаются соотношения (11).

При $H/H_в \geqslant 1$ принимается

$$s_1 = 1. \tag{21}$$

При $H/H_в < 1$ коэффициент s определяется в зависимости от отношения

$$\xi = \frac{x_н}{p_3 x_м}. \tag{22}$$

Если $\xi \geqslant 1$, то коэффициент s_1 находится по формуле (21), а при $\xi < 1$ коэффициент s_1 находится по рис. 11 в зависимости от отношения $\xi = \dfrac{x_в}{p_3 x_м}$ или по формуле (2.23а)

Расстояние $\widehat{x}_м$ от источника до точки, в которой достигается максимум приземной концентрации $\widehat{c}_м$, в случае $\xi \geqslant 1$ определяется по формуле

$$\widehat{x}_м = p_э x_м, \tag{23}$$

а в случае $\xi < 1$ по формулам

$$\widehat{x}_м = x_в \text{ при } H/H_в \leqslant 1, \tag{24а}$$

$$\widehat{x}_м = \frac{1 + \zeta_м (\vartheta_1 \xi - 1)}{1 + \zeta_м (\vartheta_1 - 1)} x_м \text{ при } H/H_в > 1. \tag{24б}$$

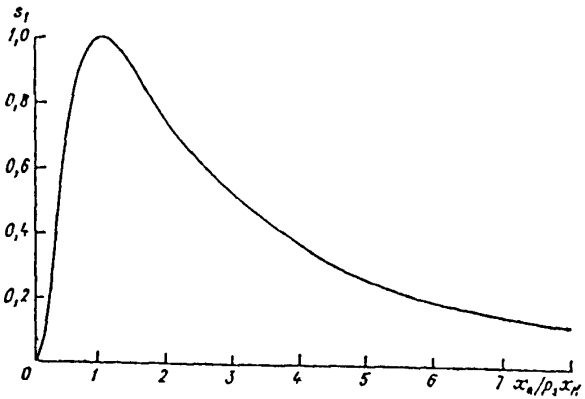

Рис. 11

Примечание.
Если рассчитанное значение $\widehat{\eta}_м$ удовлетворяет условию

$$\widehat{\eta}_м \leqslant 1, \tag{25}$$

то принимается соотношение (11).

2.3. В тех случаях, когда основание источника находится в зонах, где образование подветренной тени возможно только при направлении ветра, отличном от направления нормалей к стенам здания (см. рис. 4 *б*), максимальная приземная концентрация $\widehat{c}_м$ достигается при опасном направлении ветра, соответствующем переносу воздуха к источнику от ближайшего к нему угла здания. Расчет $\widehat{\eta}_м$ производится при этом по формулам п. 2.2 Приложения 2 со следующими изменениями:

для определения того, какая из сторон здания при указанном направлении ветра является подветренной, через центр здания (рис. 12 *а*) проводится прямая, ориентированная вдоль направления

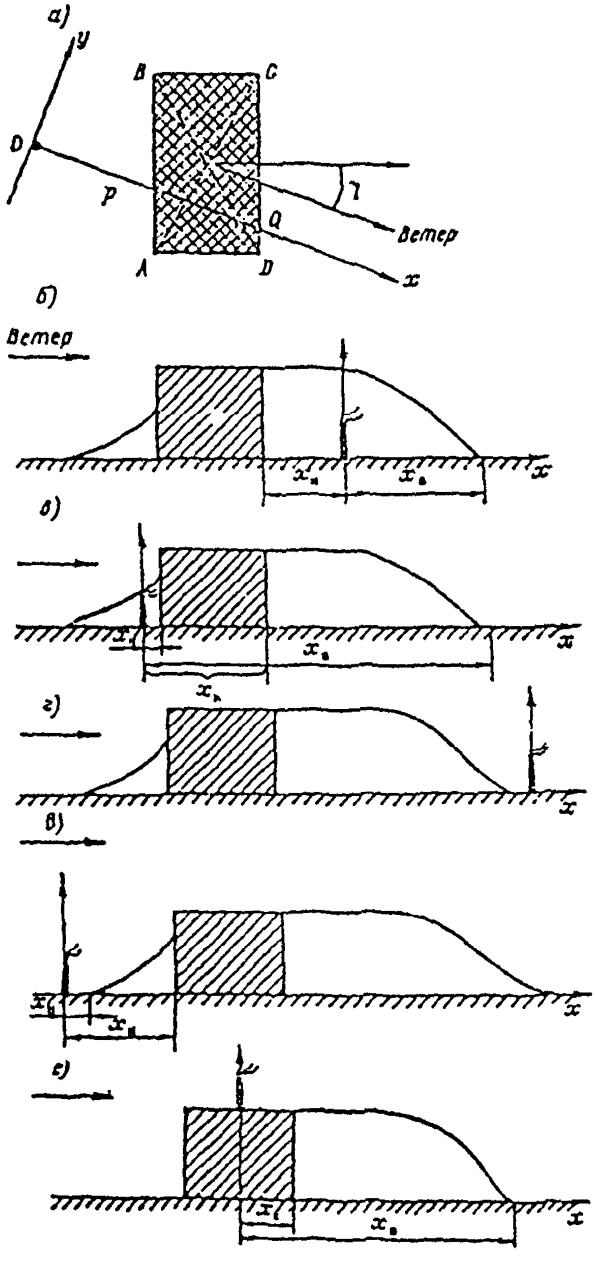

Рис. 12

ветра. Если эта прямая находится внутри или на границах угла, который образован диагоналями, примыкающими к более длинной стороне здания (например, к стороне CD на рис. 12 *а*), то данная сторона рассматривается как подветренная и ее длина обозначается $L_ш$, а длина смежной стороны — $L_д$. В противном случае подветренной является более короткая сторона здания. Полученное значение $L_ш$ используется для определения L^* по формуле (3) Приложения 2;

величина $\zeta_м$ вычисляется из соотношений:

$$\zeta_м = 0{,}5\,(\zeta' + \zeta'') \text{ при } \gamma \leqslant \varphi_к, \tag{26а}$$

$$\zeta_м = 0{,}5\,(\zeta' - \zeta'') \text{ при } \gamma > \varphi_к, \tag{26б}$$

где γ — положительный острый угол (в градусах) между опасным направлением ветра и нормалью к стене здания (рис. 12 *а*). Здесь ζ' находится по графику, приведенному на рис. 10, или по формуле (18) как значение $\zeta_м$, вычисленное по аргументу l_3 (формула (19)) при замене $\varphi_к$ на $\varphi_к + \gamma$, а ζ'' вычисляется аналогичным образом при замене $\varphi_к$ на $|\varphi_к - \gamma|$.

2.4. Для источников, основание которых расположено вне зоны возможного образования подветренной тени (см. рис. 4 *в*, *г*), опасное направление ветра соответствует переносу воздуха от здания к источнику по нормали (рис. 4 *в*) или по направлению от ближайшего угла здания (рис. 4 *г*). Если при этом расстояние от источника до границы ветровой тени $x_в$ (рис. 4 *в*, *г*) удовлетворяет условию $x_в \leqslant 1{,}5L^*$ (где L^* определяется в соответствии с п. 2.3 Приложения 2), то

$$\hat{\eta}_м = \hat{\eta}_{мв} - \frac{1{,}5x_в}{L^*}\left(\hat{\eta}_{мв} - 1\right), \tag{27}$$

$$\hat{x}_м = \hat{x}_{мв} + \frac{1{,}5x_в}{L^*}\left(x_м - \hat{x}_{мв}\right), \tag{28}$$

где $\hat{\eta}_{мв}$ и $\hat{x}_{мв}$ определяется в соответствии с п. 2.2, 2.3 Приложения 2 как значения $\hat{\eta}_м$ и $\hat{x}_м$ для источника, расположенного на границе зоны ветровой тени (т. е. в точке с координатой $x_в$). При $x_в > 1{,}5L^*$ принимается $\hat{\eta}_м = 1$.

2.5. При размещении основания источника на крыше здания производится расчет $\hat{\eta}_м$ для двух случаев, в которых направление ветра совпадает с направлением нормали к двум наименее удаленным от источника стенам здания (рис. 13 *а*). Далее, из полученных значений выбирается максимальное, а соответствующее ему направление ветра принимается за опасное.

Расчет $\hat{\eta}_м$ для каждого из двух указанных направлений ветра производится по формулам п. 2.2 Приложения 2 со следующими изменениями:

высота зоны ветровой тени заменяется на высоту здания

$$H_в = H_з; \tag{29}$$

принимается опасная скорость ветра $\hat{u}_м = u_м$; $r_э = p_э = 1$; s в формуле (7) заменяется на коэффициент $\tilde{s}$, определяемый по формулам

$$\tilde{s} = s \text{ при } L_д < 2L^*, \tag{30а}$$

$$\tilde{s} = \frac{x_н s_в - x_в s_н}{x_в - x_н} \text{ при } L_д \geqslant 2L^*. \tag{30б}$$

Здесь $x_н$ и $x_в$ — расстояния от источника до наветренного и подветренного краев подветренной тени (рис. 13 *в*), а $s_н$ и $s_в$ — вычис-

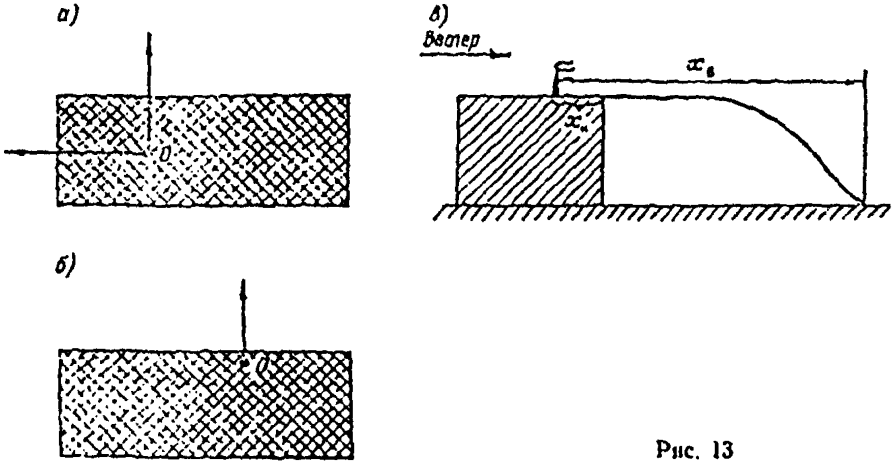

Рис. 13

ляются по формулам (13 *а*—13 *г*) или по графику, приведенному на рис. 8, как значения s при значениях аргумента l_1, вычисленных по формуле (13) при замене L_1 на $x_н$ и $x_в$ соответственно. Формула (30) используется также в случае низких источников для определения коэффициента $\tilde{s}_L$, который подставляется в (7) вместо s_L, вычисленного по формулам (13 *а*—13 *г*) (при этом в правой части (30) коэффициенты s, $s_в$ и $s_н$ заменяются на соответствующие значения s_L).

Примечания.

1. В отдельных случаях опасное направление ветра может быть установлено до проведения расчетов. Так, например, если источник располагается у более длинного края крыши, то опасным является направление ветра по нормали к ближайшей стене здания в сторону подветренной тени (см. рис. 13 *б*).

2. Если значение $x_м$, определяемое по формулам (23)—(24), окажется соответствующим точке поверхности крыши, то максимум приземной концентрации достигается непосредственно вблизи подветренной стены здания. В таком случае в формуле (6) Приложения 2 значение s_1 определяется по графику, приведенному на рис. 2.4, или по формулам (2.23) в зависимости от аргумента $x_м/x_м$ и принимается $x_м = x_в$ (рис. 13 *в*).

3. Расчет распределения концентрации от одиночного точечного источника при произвольных скоростях и направлениях ветра

3.1. Расчет распределения концентрации от точечного источника с учетом влияния застройки при заданных скорости и направлении ветра выполняется для ограниченных участков промплощадки при решении отдельных вопросов, таких, как размещение воздухозаборов, а также как составная часть расчета загрязнения воздуха на промплощадке от совокупности большого числа источников (см. п. 6 Приложения 2).

До проведения расчетов на плане местности через источник проводится прямая линия, ориентированная вдоль ветра (см. рис. 12 *а*). Если эта линия не пересекает основание здания, то расчет распределения приземных концентраций производится по формулам раздела 2 без учета влияния здания. В случае пересечения здания линией на плане (рис. 12 *а*) учитывается влияние застройки. При этом определяется длина подветренной стороны здания в соответствии с п. 2.3 Приложения 2.

Приземная концентрация при произвольных значениях скорости и направления ветра рассчитывается по формуле

$$\widehat{c} = c_м r \widehat{\eta}, \qquad (31)$$

где концентрация $c_м$ рассчитывается в соответствии с п. 1.2 Приложения 2, а коэффициент r определяется в зависимости от отношения $u/\widehat{u}_м$ по графику для $r_э$, приведенному на рис. 6. Опасная скорость ветра $\widehat{u}_м$ с учетом влияния застройки определяется в соответствии с п. 2.2—2.5 Приложения 2.

Схема расчета коэффициента $\widehat{\eta}$ выбирается в зависимости от того, находится ли устье источника в подветренной или наветренной тени, расположен ли источник на крыше здания, над зонами ветровой тени, с наветренной или подветренной стороны от указанных зон.

Построение границ зон ветровой тени осуществляется в соответствии с п. 1.5 Приложения 2. При этом строится сечение здания вертикальной плоскостью, проходящей через источник и ориентированной вдоль направления ветра (см. рис. 12 *а*), и в соответствии с п. 1.5 Приложения 2 определяются границы наветренной и подветренной зон ветровой тени.

Примечание.
В пределах зон ветровой тени концентрация примеси отличается от нуля не только с подветренной стороны, но и с наветренной стороны от источника и определяется приводимыми ниже формулами.

3.2. При размещении основания источника в зоне подветренной тени (рис. 12 *б*) значение $\widehat{\eta}$ в точке, расположенной на расстоянии

x от источника вдоль оси факела и на удалении y от этой оси, определяется по формуле

$$\widehat{\eta} = (1 - \zeta)\, s_1 s_2 + \zeta s'. \qquad (32)$$

Коэффициент ζ, зависящий от скорости ветра u и положительного острого угла γ между направлением ветра и нормалью к подветренной стене здания (рис. 12 *а*), определяется по той же формуле (26), что и $\zeta_м$, причем значение $t_з$ вычисляется по формуле (19) с заменой $\widehat{u}_м$ на u. При этом, как и ранее, $\varphi_к$ определяется по рис. 9 или по формулам (16а), (16б).

Коэффициент s_1 находится по формулам (2.23а)—(2.23г) или графикам, приведенным на рис. 2.4 *а*—*в*, в зависимости от отношения $x/px_м$. Здесь безразмерный коэффициент p определяется в зависимости от отношения $u/u_м$ по формулам (2.21а)—(2.21в) или по графику, приведенному на рис. 2.3.

Коэффициент s_2 находится по формуле (2.27) или по графику, приведенному на рис. 2.6, в зависимости от отношений

$$t_y = \frac{uy^2}{x^2} \text{ при } u \leqslant 5 \text{ м/с}, \qquad (33а)$$

$$t_y = \frac{5y^2}{x^2} \text{ при } u > 5 \text{ м/с}. \qquad (33б)$$

Коэффициент s' находится по формулам

$$s' = \vartheta_1 \tilde{s}_2 \text{ при } x < x_в, \qquad (34а)$$

$$s' = \vartheta_1 \tilde{s}_2 (1 - s'') + s_1 s_2 s'' \text{ при } x_в < x \leqslant L', \qquad (34б)$$

$$s' = s_1 s_2 \text{ при } x > L'. \qquad (34в)$$

Здесь

$$L' = px_м \text{ при } x_в + 5H_в \leqslant px_м, \qquad (35а)$$

$$L' = x_в + 5H_в \text{ при } x_в + 5H_в > px_м, \qquad (35б)$$

$$s'' = \frac{2(x - x_в)}{px_м + x - 2x_в} \text{ при } x_в + 5H_в \leqslant px_м, \qquad (36а)$$

$$s'' = \frac{x - x_в}{2H_в + 0{,}6(x - x_в)} \text{ при } x_в + 5H_в > px_м. \qquad (36б)$$

Коэффициент ϑ_1 вычисляется по формуле (7), причем величины $\widetilde{\eta}$, s и $r_э$ определяются согласно п. 2.2 Приложения 2. Если $\vartheta_1 < 1$, то принимается $\vartheta_1 = 1$. Коэффициент s_1 в формуле (34б) вычисляется при значении $x = L'$. Коэффициент $\widetilde{s}_2$ при $x \leqslant x_в$ (т. е. внутри зоны подветренной тени (см. рис. 12 *б*)) вычисляется по формулам

$$\tilde{s}_2 = 1 \text{ при } -L^*/2 \leqslant y \leqslant L^*/2, \qquad (37а)$$

$$\tilde{s}_2 = 0 \text{ при } |y| > L^*/2. \qquad (37б)$$

При $x > x_в$ коэффициент $\tilde{s}_2$ находится по формуле (2.27) или по графику, приведенному на рис. 2.6, как значение s_2, соответствующее аргументу

$$t_y = \frac{uy^2}{(x - x_в + 2{,}24L^* \sqrt{u})^2} \text{ при } u \leqslant 5 \text{ м/с},$$

$$t_y = \frac{5y^2}{(x - x_в + 5L^*)^2} \text{ при } u > 5 \text{ м/с}. \quad (38)$$

3.3. При размещении основания источника в зоне подпора (наветренной тени) (см. рис. 12 *а*) коэффициент $\hat{\eta}$ также рассчитывается по формуле (32). При этом величины ζ, $\tilde{\eta}$, s_1 и s_2 определяются в соответствии с п. 3.2 Приложения 2.

Коэффициент s' находится по формулам:

$$s' = \vartheta_1 \bar{s}_2 \text{ при } x < x_н, \quad (39а)$$

$$s' = \tilde{\vartheta}_1 \tilde{s}_2 \text{ при } x_н < x \leqslant x_в, \quad (39б)$$

$$s' = \tilde{\vartheta}_1 \tilde{s}_2 (1 - s'') + s_1 s_2 s'' \text{ при } x_в < x \leqslant L', \quad (39в)$$

$$s' = s_1 s_2 \text{ при } x > L', \quad (39г)$$

где ϑ_1 вычисляется по формуле (7), а $\tilde{\vartheta}_1$ — по аналогичной формуле с заменой s на $\tilde{s}$:

$$\tilde{\vartheta}_1 = r_3 \tilde{\eta} \tilde{s}, \quad (40)$$

причем

$$\bar{s} = \frac{x_н s_в - x_в s_к}{x_в - x_к}. \quad (41)$$

В случае низких источников вместо s и $\tilde{s}$ используются значения s_L и $\tilde{s}_L$. Здесь $x_н$ и $x_к$ — координаты начала и конца здания относительно источника, а $x_в$ — координата подветренного края подветренной тени относительно источника (рис. 12 *в*).

Коэффициенты $s_в$ и $s_н$ вычисляются по формулам (12а) — (12г) или по графику, приведенному на рис. 8, как значения s, соответствующие аргументу t_1, определенному по формуле (13) при замене L_1 на $x_в$ и $x_н$ соответственно. Для низких источников при этом используется формула (15).

Коэффициент r_3 определяется способом, изложенным в п. 2.2 Приложения 2.

Коэффициент s, входящий в ϑ_1 в (39), определяется по формулам (12в) — (12г) или по графику, приведенному на рис. 8, в зависимости от отношения t_1, вычисленного по формуле (13) с заменой L_1 на L_{III}, где L_{III} — длина наветренной зоны ветровой тени (см. п. 1.5 Приложения 2). Коэффициент s_L определяется

аналогично по формуле (15). Коэффициент s_1, в формуле (39в), вычисляется при значении $x = L'$.

Если $\tilde{\vartheta}_1 < 1$, то принимается $\tilde{\vartheta}_1 = 1$. При этом вычисление параметра l_1, по формуле (13) производится с использованием значения p_3, определяемого по графику, приведенному на рис. 14, или по формулам

$$p_3 = 1 \text{ при } s\bar{\eta} \leqslant 1, \tag{42а}$$

$$p_3 = 1 + 8{,}43\left(0{,}956 - \frac{0{,}875}{s\bar{\eta}} - \frac{0{,}08}{s^2\bar{\eta}^2}\right) \text{ при } 1 < s\bar{\eta} < 4{,}35, \tag{42б}$$

$$p_3 = 3 \text{ при } s\bar{\eta} > 4{,}35. \tag{42в}$$

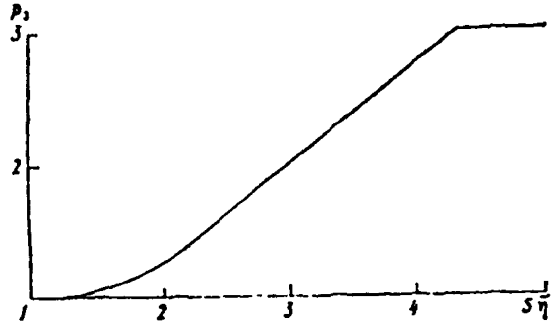

Рис. 14

Величина L' и коэффициенты s'' и $\tilde{s}_2$ вычисляются по формулам (35)—(37).

3.4. При расположении источника на крыше здания (рис. 12*е*) величина $\hat{\eta}$ также рассчитывается по формуле (32). При этом величины ζ, s_1 и s_2 определяются в соответствии с п. 3.2 Приложения 2. Коэффициент s_1 находится по формулам:

$$s' = \tilde{\vartheta}_1 \tilde{s}_2 \text{ при } x < x_в, \tag{43а}$$

$$s' = \tilde{\vartheta}_1 \tilde{s}_2 (1 - s'') + s_1 s_2 s'' \text{ при } x_в \leqslant x \leqslant L', \tag{43б}$$

$$s' = s_1 s_2 \text{ при } x > L', \tag{43в}$$

где $\tilde{\vartheta}_1$ вычисляется по формуле (40). При этом коэффициенты $\tilde{\eta}$, $\tilde{s}$ и r определяются согласно п. 2.5 Приложения 2, а $\tilde{s}_2$, s'' и L' — согласно п. 3.2. Приложения 2. Коэффициент s_1 в формуле (43б) вычисляется при значении $x = L'$.

3.5. Если основание источника размещается с подветренной стороны от ветровой тени, причем $x_в \leqslant 1{,}5L^*$ (рис. 12*г*), то величина $\hat{\eta}$ определяется по формуле

$$\hat{\eta} = \left[\hat{\eta}_{ив} - \frac{2x_в}{3L^*}(\hat{\eta}_{ив} - 1)\right] s_1 s_2. \tag{44}$$

Здесь $\widehat{\eta}_{M\text{в}}$ определяется согласно п. 2.4 Приложения 2 с заменой $\zeta_{\text{ж}}$ на коэффициент ζ, вычисленный согласно п. 3.2 Приложения 2.

При $x_{\text{в}} > 1{,}5L^*$ величина $\widehat{\eta}$ определяется по формуле

$$\widehat{\eta} = s_1 s_2. \tag{45}$$

3.6. При размещении источника с наветренной стороны от ветровой тени на расстоянии $x_{\text{м}} \leqslant 1{,}5L^*$ (рис. 12 *д*) расчет также производится по формуле (43). При этом для участков оси факела, приходящихся на наветренную и подветренную зоны тени, коэффициент s_1 заменяется соответственно на $\widetilde{\zeta s_{\text{в}}} + (1-\zeta)s_1$ и $\widetilde{\zeta s_{\text{в}}} + (1-\zeta)s_1$. Величина $\widetilde{s_{\text{в}}}$ вычисляется по формуле (41) с использованием в качестве $x_{\text{к}}$ и $x_{\text{н}}$ соответственно координат начала и конца наветренной тени относительно источника (рис. 12 *д*). Величина $\widetilde{s_{\text{п}}}$ также вычисляется по формуле (41) с использованием координат начала и конца зоны подветренной тени относительно источника.

При $x_{\text{н}} > 1{,}5L^*$ расчет $\widehat{\eta}$ выполняется по формуле (45), причем для участков факела, приходящихся на наветренную и подветренную зоны тени, также производится замена коэффициента s_1 на $\widetilde{\zeta s_{\text{в}}} + (1-\zeta)s_1$ и $\widetilde{\zeta s_{\text{п}}} + (1-\zeta)s_1$ соответственно.

4. Расчет концентрации от одиночного точечного источника в случае двух зданий

4.1. При определении максимального значения приземной концентрации в случае двух зданий сначала производится предварительный расчет для двух направлений ветра, которые соответствуют опасным направлениям ветра для источника при учете каждого из рассматриваемых зданий № 1 и № 2 по отдельности (рис. 15 *а*). При этом определяются величины $\widehat{c}_{M1}$ и $\widehat{c}_{M2}$ и соответствующие им углы $\varphi_{\text{к}1}$ и $\varphi_{\text{к}2}$. Далее, на плане выполняется дополнительное графическое построение: через источник проводятся прямые, ориентированные вдоль двух указанных направлений ветра, от которых откладываются углы $\varphi_{\text{к}1}$ и $\varphi_{\text{к}2}$ соответственно с вершиной в источнике.

Если эти углы не имеют общей части, то $\widehat{c}_{\text{м}}$ определяется как наибольшее из значений $\widehat{c}_{M1}$ и $\widehat{c}_{M2}$. В противном случае проводится также расчет $\widehat{c}_{M3}$ и $\widehat{c}_{M4}$ для других противоположных направлений ветра вдоль биссектрисы OB угла AOC, являющегося общей частью первоначально построенных углов.

Для направлений ветра, при которых ось факела или ее продолжение проходит через оба здания, строятся отдельные или, в случае необходимости, объединенные зоны ветровой тени в соответствии с рекомендациями п. 1.5 Приложения 2 (рис. 15 *б*). Направления ветра, при которых одно из зданий оказывается полностью затопленным (т. е. граница его ветровых теней не касается границы объединенной ветровой тени), при расчетах $\widehat{c}_{м3}$ и $\widehat{c}_{м4}$ не используются. Величины $\widehat{c}_{мj}$ ($j=1, 2, 3, 4$) определяются

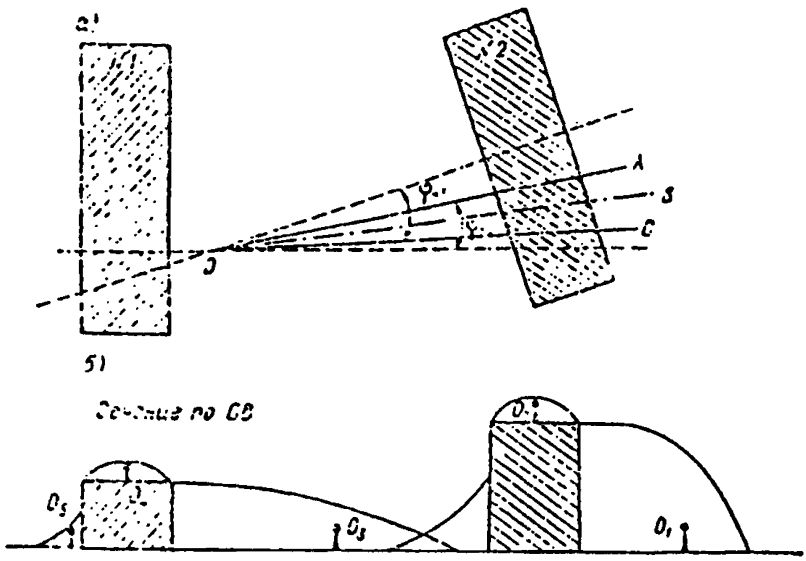

Рис. 15

согласно п. 1.2 с использованием в расчетах в качестве $H_в$ высоты объединенной ветровой тени. В случаях $j=1$ и $j=2$ угол $\varphi_к$ принимается равным соответственно $\varphi_{к1}$ и $\varphi_{к2}$, а в случаях $j=3$, $j=4$ величина $\varphi_к$ определяется по формуле

$$\varphi_к = 0{,}5\,(\varphi_{к1} + \varphi_{к2}). \qquad (46)$$

Если источник не расположен между корпусами зданий (например, в точке O_1 на рис. 15 *б*), то опасные направления ветра соответствуют переносу воздуха от зданий к источнику, а расчет максимальных приземных концентраций осуществляется по формулам п. 2.2 Приложения 2. Если источник расположен между корпусами (например, в точке O_3 на рис. 15 *б*), то расчет $\widehat{c}_м$ также осуществляется по формулам п. 2.2 Приложения 2. При этом в случае образования объединенной зоны ветровой тени (см. п. 9 Приложения 2) в формуле (13) вместо L_1 и в формулах (22) и (24) вместо $x_в$ используется протяженность этой зоны $L_к$. Коэффициент $\widetilde{\eta}$ для источника, расположенного в межкорпусном дворе,

определяется так же, как и для источника, расположенного в подветренной тени. При $L_к < L_1$ и $H < H_в$ полученное значение $\tilde{\eta}$ умножается на отношение $\frac{H_в L_1 + H L_к}{H L_1 + H_в L_к}$, где L_1 — определенная в соответствии с п. 1.5 протяженность той зоны ветровой тени, высота которой использована при определении $H_в$ (см. п. 1.5 Приложения 2). В общем случае в качестве $\hat{c}_м$ принимается наибольшее из значений $\hat{c}_{м1}$, $\hat{c}_{м2}$, $\hat{c}_{м3}$ и $\hat{c}_{м4}$.

Примечание.
При равенстве высот ветровых теней отдельных зданий в точке размещения источника в качестве L_1 выбирается наибольшая из протяженностей ветровых теней этих зданий.

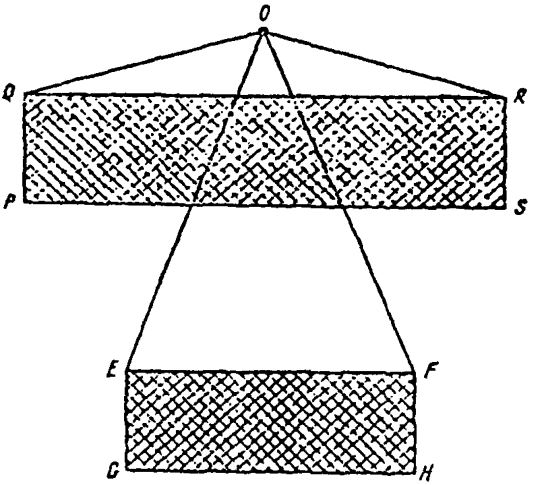

Рис. 16

4.2. При заданных скорости и направлении ветра расчет приземных концентраций производится с использованием графического построения. На плане местности выделяются направления ветра, соответствующие одному из трех возможных случаев (рис. 16): 1) ось факела пересекает одно из зданий (углы *QOE* и *FOR* на рис. 16); 2) ось факела не пересекает ни одного здания и 3) ось факела пересекает оба здания.

В первом и втором случаях расчет производится в соответствии с п. 3 Приложения 2. В последнем случае дополнительно проводится описанное в п. 4.1 Приложения 2 (см. рис. 15 *а*) графическое построение для опасных направлений ветра, соответствующих нормалям к стенам зданий, и строится биссектриса угла *AOC*. Если ось факела не попала в угол *AOC*, то расчет приземных концентраций производится без учета взаимодействия ветровых теней зданий. В таком случае при размещении источника внутри ветровой тени или на крыше одного из зданий влияние этого здания

учитывается в соответствии с рекомендациями п. 3 Приложения 2. Для участков оси факела, приходящихся на ветровые тени второго здания, учет влияния этого второго здания также производится в соответствии с п. 3 Приложения 2.

В случае если основание источника находится вне зон ветровых теней обоих зданий, учет влияния этих зданий также осуществляется в соответствии с п. 3 Приложения 2 отдельно для каждого здания.

Если ось факела попала в угол AOC (рис. 15 *а*), то расчет приземных концентраций производится с использованием в качестве $H_м$ высоты объединенной зоны ветровой тени, определяемой в соответствии с п. 1.5 Приложения 2. При этом в качестве угла γ используется положительный острый угол между направлением ветра и биссектрисой OB угла AOC или ее продолжением, а $\varphi_к$ определяется по формуле (46). Концентрации вычисляются по формулам п. 3 Приложения 2. Если источник расположен в подветренной тени застройки (например, в точке O на рис. 15 *б* при направлении ветра слева направо), то расчет производится по формулам п. 3.2 Приложения 2, причем высота ветровой тени в точке размещения источника принимается согласно п. 9 Приложения 2. Если источник размещен на крыше второго по потоку здания (например, в точке O_2 на рис. 15 *б*), то расчет производится по формулам п. 3.4 Приложения 2. При размещении источника между корпусами (например, в точке O_3 на рис. 15 *б*), расчет производится также по формулам п. 3.2 Приложения 2. Однако в случае образования объединенной ветровой тени (см. п. 9 Приложения 2) коэффициент $\tilde{\eta}$ и масштаб L_1 определяются согласно п. 4.1 Приложения 2, а коэффициент s' находится по формуле (39).

Если источник размещается на крыше первого по потоку здания (точка O_4 на рис. 15 *б*), то расчет производится по формулам п. 3.4 Приложения 2, причем коэффициент s' находится по формуле (39). При этом, в случае образования объединенной ветровой тени, вместо δ_1 в первой из формул (39), относящейся к участку факела между корпусами, используется коэффициент $\tilde{\delta}_1$, вычисленный через коэффициент $\tilde{s}$, определяемый по формуле (30) с использованием в качестве $x_н$ и $x_к$ координат начала и конца межкорпусного двора относительно источника. Коэффициент $\tilde{\delta}_1$ по второй из формул (39) вычисляется с использованием соотношения (41) через координаты относительно источника конца второго здания и подветренного края подветренной тени. Если источник размещается в наветренной тени первого здания (точка O_5 на рис. 15 *б*), то расчет производится в соответствии с п. 3.3 Приложения 2. При этом для участка факела, соответствующего межкорпусному двору, в случае объединенной ветровой тени, используется значение δ_1, соответствующее координатам начала и конца двора относительно источника.

В остальных случаях расчет производится по соответствующим формулам п. 3 Приложения 2. При этом, если источник расположен с наветренной стороны застройки на расстоянии более $1{,}5L^*$, то для участков факела, приходящихся на зоны ветровой тени (включая межкорпусную), используются рекомендации п. 3.6 Приложения 2.

Примечание.
Расчет приземных концентраций на ЭВМ осуществляется согласно п. 5.3.

5. Расчет концентраций от одиночного точечного источника в случае группы зданий

5.1. При расчетах приземных концентраций учитываются только здания, удовлетворяющие требованию п. 1.3 Приложения 2.

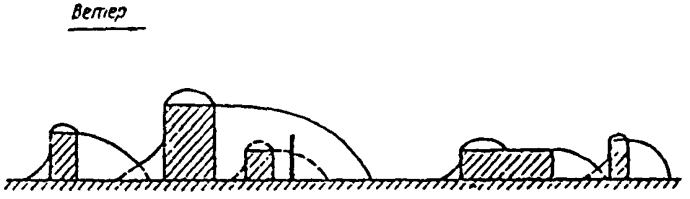

Рис. 17

5.2. При расчетах максимальной приземной концентрации рассматриваются различные возможные пары зданий, учитываемые в группе. Для каждой пары в соответствии с п. 4.1 Приложения 2 выделяется не более четырех направлений ветра и строятся сечения проходящими через источник вертикальными плоскостями, ориентированными вдоль выделенных направлений ветра. Далее согласно п. 1.5 Приложения 2 определяются границы объединенных ветровых теней (в случае их пересечения) и с использованием их параметров вычисляется значение $\hat{c}_{mj}$, где j — номер направления ветра. Максимальное из полученных значений $\hat{c}_{mj}$ для всех рассматриваемых направлений ветра принимается в качестве $\hat{c}_m$.

5.3. Для расчета приземной концентрации при заданных скорости и направлении ветра в общем случае строится сечение застройки вертикальной плоскостью, проходящей через источник и ориентированной вдоль ветра (рис. 17). При этом учитываются только те здания, для которых нормаль к подветренной стене (см. п. 2.3 Приложения 2) составляет с направлением ветра угол менее $\varphi_н$, соответствующего данному зданию.

Согласно п. 1.5 Приложения 2, для взаимодействующих ветровых теней строятся соответствующие им объединенные зоны. При

этом для рассматриваемого источника выделяются объединенные или индивидуальные зоны следующих четырех типов: 1) содержащая устье источника, 2) ближайшая с подветренной стороны, 3) последующие с подветренной стороны, 4) ближайшая с наветренной стороны.

Дальнейший расчет производится в соответствии с п. 4 Приложения 2. При этом каждая объединенная зона характеризуется значением $\varphi_к$, равным среднему из значений $\varphi_и$ для зданий, ветровые тени которых учитываются при построении данной объединенной зоны.

Примечание.

1. Зона типа 4 строится и используется для расчетов только в том случае, если тени типа 1 отсутствуют.

2. При определении $\varphi_к$ не учитываются полностью «затопленные» здания, т. е. здания, границы ветровых теней которых не касаются границы объединенной ветровой тени (рис. 17, п. 1.9 Приложения 2).

6. Расчет концентраций от группы источников

6.1. В случае группы из N точечных источников расчет суммарной приземной концентрации с учетом влияния застройки производится по формулам раздела 5. Перебор скоростей и направлений ветра при определении максимальных приземных концентраций осуществляется аналогично тому, как это делается без учета влияния застройки. При этом, однако, шаг, с которым изменяется направление ветра, не должен быть больше минимального из значений $\varphi_к$, соответствующих включенным в расчет зданиям. Выбор шагов расчетной сетки производится в зависимости от предъявляемых к расчету требований, однако обычно нецелесообразно использование в одном расчете более 1600—2500 узлов (при необходимости детализации поля концентрации на большей территории следует проводить последовательные расчеты для ее отдельных участков).

Примечания.

1. До выполнения расчетов проводится объединение источников согласно рекомендациям раздела 5.

2. В общем случае указанные расчеты производятся с применением ЭВМ.

6.2. В случае размещения двух одинаковых источников на крыше одного здания на расстоянии менее L^* друг от друга расчеты максимальной концентрации $\hat{c}_м$ производятся при скорости ветра, равной $u_ч$ (т. е. определяемой в соответствии с разделом 2 опасной скорости ветра для отдельного источника), для четырех направлений ветра (рис. 18 *а*): перпендикулярных более длинной стене здания (2 направления) и соответствующих переносу примеси с одного источника на другой. Для каждого направления ветра максимум приземной концентрации определяется по формуле

$$\hat{c}_м = \hat{c}_{м1} + \hat{c}_{м2}, \qquad (47)$$

где $\hat{c}_{м1}$ и $\hat{c}_{м2}$ получаются согласно п. 2 Приложения 2.

При расчетах для случая переноса с одного источника примеси на другой коэффициент ζ определяется согласно положений п. 2.3 Приложения 2. Наибольшее из четырех значений $\widehat{c}_м$, полученных по формуле (47), принимается за максимум приземной концентрации. Аналогично производится расчет в случае, если расстояние

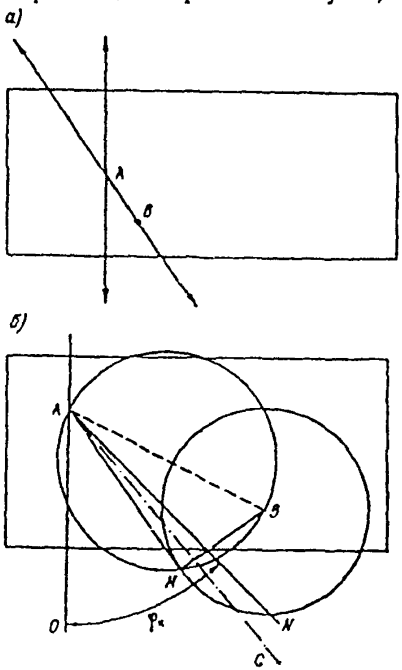

Рис. 18

между источниками превышает L^*, но один из них находится в угле $\pm\varphi_к$, отложенном в обе стороны от нормали к стене здания, проходящей через второй источник.

В общем случае, если расстояние между двумя размещенными на крыше источниками превышает L^*, то выполняется следующее дополнительное графическое построение. Для каждой из четырех стен здания (*рис. 18 б*) на отрезке прямой AB, соединяющей на плане источники выбросов, строится как на диаметре окружность. Затем строится точка M пересечения этой окружности с окружностью радиусом L^*, центр которой расположен в источнике, находящемся более близко к рассматриваемой стене (для рассматриваемого примера — в точке B на рис. 18 *б*). Из точки, соответствующей второму источнику (из точки A на рис. 18 *б*), проводится прямая AN под углом $\varphi_к$ к нормали к стене. Если точка M попа-

дает внутрь угла OAN, то в рассмотрение включается дополнительное направление ветра, соответствующее биссектрисе AC угла MAN.

Аналогичное построение выполняется для других сторон здания, а затем расчеты по формуле (47) выполняются для четырех направлений ветра, перпендикулярных стенам здания, двух направлений ветра, соответствующих переносу с источника на источник, и дополнительных (не более четырех) направлений ветра, соответствующих биссектрисам AC.

7. Расчет концентраций в случае выбросов из линейного источника (аэрационного фонаря)

7.1. Для аэрационного фонаря расчет максимальных приземных концентраций осуществляется при двух направлениях ветра: вдоль и поперек фонаря.

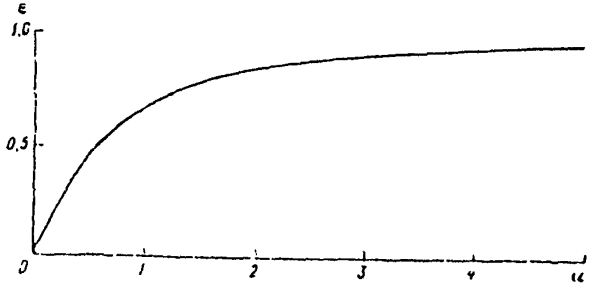

Рис. 19

Если ветер направлен вдоль аэрационного фонаря, расчет осуществляется в соответствии с п. 5—9 Приложения 2, причем величины $c_м$, $x_м$ и $u_м$, характеризующие приземные концентрации при отсутствии застройки, определяются в соответствии с разделом 1 Приложением 1.

Если ветер направлен поперек фонаря, этот фонарь длиной L разбивается на совокупность точечных источников, каждый из которых соответствует участку фонаря длиной L'':

$$L'' = \varepsilon L. \qquad (48)$$

Коэффициент ε в (48) определяется в зависимости от α, где

$$\alpha = \frac{x_м}{L\sqrt{u_м}}, \qquad (49)$$

по формуле (5) Приложения 1 или по рис. 19.

Если длина фонаря L не кратна L'', то остаток от деления L на L'' разбивается пополам и участки полученной длины относятся к краям аэрационного фонаря.

Параметры $u_м$ и $x_м$ для указанных точечных источников определяются согласно п. 3.3 с использованием единых значений эффективных диаметра и объема.

Расчет максимальных концентраций осуществляется далее согласно п. 2.5 Приложения 2 для одного из точечных источников. При этом в формуле (37) вместо L^* используются значения L''.

Максимальное из значений $\widehat{c}_м$, соответствующих ветру вдоль и поперек фонаря, является максимальной приземной концентрацией от аэрационного фонаря.

Примечания.

1. Разбиение фонаря на точечные источники используют также при расчетах в случае заданных скорости и направления ветра, расчетной точки и т. п. по формулам п. 3 Приложения 2. При этом в (37) вместо L^* используется значение $L''\cos\gamma$ до тех пор, пока количество условных точечных источников, на которые разбивается фонарь, не станет равным N, определяемому по формуле (3.9).

2. При $L_д < 2L^*$ два проема аэрационного фонаря заменяются на условный *линейный источник, расположенный посередине между проемами. При этом* мощность выброса M для условного источника полагается равной суммарной мощности выброса из обоих проемов, а объем газовоздушной смеси V_1 — половине общего объема газовоздушной смеси, выбрасываемой из фонаря.

8. Расчет распределения концентрации по вертикали, на крыше и стенах здания

8.1. Если основание источника находится в зоне ветровой тени на крыше, то расчет концентрации на крыше здания проводится по формулам п. 2, 3 Приложения 2 аналогично случаю размещения источника в подветренной тени. При этом в качестве высоты источника и высоты ветровой тени используются расстояния по нормали соответственно от устья источника и границы ветровой тени до крыши (если указанные расстояния меньше 2 м, то в расчетах используется значения 2 м). Если основание источника расположено вне зоны ветровой тени, то расчет концентрации на крыше проводится по формулам раздела 2 с использованием в качестве высоты источника расстояния по нормали от его устья до крыши здания.

На подветренной стене здания концентрация меняется линейно от полученного в соответствии с п. 8.1 Приложения 2 значения на уровне крыши до вычисленного согласно п. 2.5 Приложения 2 значения приземной концентрации. На наветренной стене здания концентрация принимается равной нулю.

8.2. При размещении основания источника в зоне подпора (наветренной тени) на расстоянии $x_и$ от здания ($x_и < x_м$) расчет концентрации $c_{ст}$, достигающейся в точке наветренной стены на высоте z над подстилающей поверхностью при скорости ветра u, производится в случае $z \leqslant H_{III}$ по формуле

$$c_{ст} = c_м r\,(\zeta \tilde{s}_1 + (1-\zeta)\, s_2 s_2). \qquad (50)$$

В случае $z > H_3$ в (50) принимается $\zeta = 0$. Здесь коэффициенты $\tilde{s}_1$, ζ, $\tilde{s}_2$ и s_2 находятся в соответствии с п. 3.3. Приложения 2 при скорости ветра u, а коэффициент r определяется по формулам раздела 2 в зависимости от отношения $u/\widehat{u}_м$.

Коэффициент s_1 в зависимости от отношений $z/H(1+5d_2)$ и $x/px_м$ определяется согласно п. 2.15, а безразмерный коэффициент d_2 определяется в зависимости от отношения $v_м/u$ и параметра f по формулам (2.36а), (2.36б), причем $v_м$ и f вычисляются по параметрам выброса источника согласно формулам раздела 2.

После подстановки $s_1=s_1$ формула (50) используется также для расчета концентрации на наветренной стене здания при $x_н>x_м$.

Концентрация на крыше здания $c_{кр}$ в точке с координатами (x, y) относительно источника находится по формуле

$$c_{кр}=c_м r\left\{\zeta\tilde{s}_2\frac{\vartheta_1(x_к-x)+\tilde{\vartheta}_1(x-x_н)}{x_к-x_н}+(1-\zeta)s_2s_2\right\}, \qquad (51)$$

где $x_н$ — координата подветренной стены здания относительно источника, а величины ϑ_1 и $\tilde{\vartheta}_1$ определяются в соответствии с п. 3.3. Приложения 2. При этом s_2 и $\tilde{s}_2$ принимаются в соответствии с п. 3.2 Приложения 2 для рассматриваемой точки крыши, а s_2 находится в зависимости от отношений $H_з/H(1+5d_2)$ и $x/px_м$ согласно п. 2.15.

На подветренной стене здания концентрация меняется линейно от значения, вычисленного по формуле (51) при $x=x_м$ для уровня крыши, до значения $\hat{c}$ приземной концентрации.

Максимальная концентрация в рассматриваемой точке покрытия здания достигается при опасной скорости $u_{м2}$. Величина $u_{м2}/u_м$ при $z<H$ определяется по графику, приведенному на рис. 2.10, в зависимости от аргументов $x/x_м$ и z/H. При $z>H$ величина $u_{м2}/u_м$ определяется по рис. 2.10 в зависимости от отношений $x/x_м$ и $2{,}5z/H(1+5d_{2м})$, где $d_{2м}$ находится по формулам (2.36з), (2.36б) при значении $u=u_м$.

Максимальная концентрация в рассматриваемой точке покрытия определяется по формулам (50) или (51) при r и ζ, вычисленных для случая $u=u_{м2}$.

Примечание.

При $\zeta=0$ формула (50) может быть использована также для расчета концентрации в заданной точке над поверхностью земли (при отсутствии застройки).

8.3. При размещении источника в зоне подветренной тени концентрация $c_{ст}$ на подветренной стене здания принимается равной значению приземной концентрации $\hat{c}$ у подветренной стены (при том же значении y), определяемой в соответствии с п. 3.1 Приложения 2. На наветренной стене здания концентрация принимается равной нулю. В случае $L_д<2l^*$ концентрация на крыше здания $c_{кр}$ принимается равной $\hat{c}(1-L_д/2l^*)$. При $L_д\geqslant 2L^*$ принимается $c_{кр}=0$.

Примечание.

При размещении устья источника вниз по потоку от подветренной зоны ветровой тени за ее пределами концентрация на крыше и стенах здания принимается равной нулю.

8.4. При размещении источника с наветренной стороны от ветровых теней здания расчет концентрации на крыше и стенах здания производится по формулам п. 3.6 Приложения 2. При этом, как и в формулах (50), (51), коэффициент s_1 заменяется на s_z, где s_z вычисляется в соответствии с п. 2.15.

9. Характеристика зон ветровой тени в случае группы зданий или здания сложной формы

9.1. При обтекании воздушным потоком группы зданий могут образовываться объединенные (в том числе межкорпусные) зоны

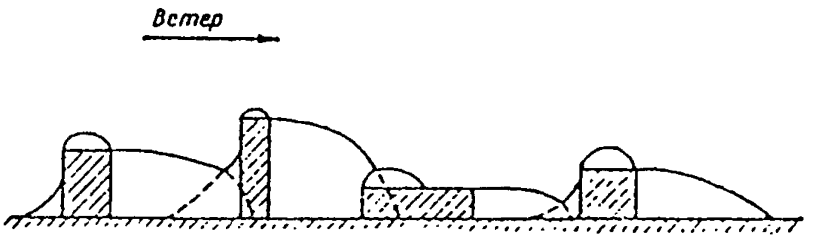

Рис. 20

ветровой тени (здания в этом случае называются смежными). Конфигурация объединенных зон определяется путем наложения зон, построенных для рассматриваемых зданий, которые при этом полагаются отдельно стоящими. За границу объединенной зоны принимается огибающая границ зон отдельных зданий, а высота объединенной зоны в различных точках полагается равной максимальной из высот ветровых теней, участвующих в образовании объединенной тени. Пример построения объединенной зоны показан на рис. 20.

Примечание.
Здания, зоны ветровой тени которых полностью находятся внутри зон ветровой тени других зданий, при построении объединенных зон не учитываются.

9.2. Здание сложной формы может быть представлено в виде нескольких параллелепипедов с нижним основанием на уровне земли. Конфигурация и размеры ветровой тени, возникающей при обтекании воздушным потоком такого здания, определяются в соответствии с п. 9.1 Приложения 2 путем наложения зон для отдельных зданий и нахождения огибающей их границы. Примеры построения зон ветровой тени для зданий сложной конфигурации приведены на рис. 21.

9.3. В наиболее ответственных случаях, когда необходимо детально определить форму и размеры зон ветровой тени, возникающих вблизи отдельных зданий и их групп, а также ожидаемое распределение концентраций, целесообразно проводить эксперименты по обдуванию макетов зданий в специальных аэродинамических трубах. При постановке и проведении таких экспериментов, а также при использовании их результатов для описания

обтекания зданий воздушным потоком в реальной атмосфере необходимо соблюдать соответствующие критерии подобия.

9.4. Для ориентировочных расчетов приземных концентраций на промплощадке при наличии большого числа однотипных источников допускается производить расчет по формулам разделов 2 и 3,

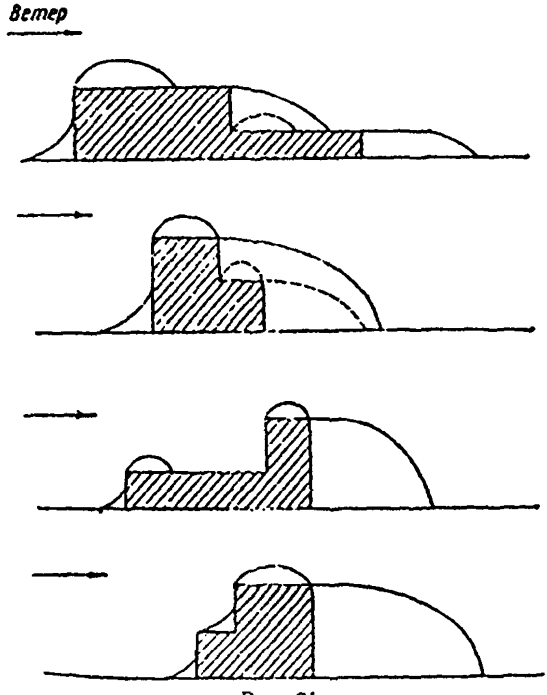

Рис. 21

а полученные концентрации умножать для точек промплощадки на коэффициент $\hat{\eta}$:

$$\hat{\eta} = \left(1 + \frac{\bar{\eta} - 1}{N - 3}\right). \qquad (52)$$

Здесь N — количество однотипных источников, расположенных отдельно от промышленных зданий, или количество промышленных зданий, на которых размещаются однотипные источники, $\tilde{\eta}$ — коэффициент, определяемый в соответствии с п. 2.2 Приложения 2.

Примечания.

1. При умножении на коэффициент $\hat{\eta}$ расчетные концентрации, как правило, занижаются. Более точный учет влияния застройки может быть выполнен по формулам разделов 1—5 Приложения 2.

2. Коэффициент $\bar{\eta}$ устанавливается в зависимости от отношения средней высоты источника на здании (без учета источников высотой более 50 м) к высоте здания.

3. Расчеты в соответствии с п. 9.4 производятся при $N > 5$.

Справочное

Примеры расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе в районе источников их выброса при неблагоприятных метеорологических условиях

Пример 1. Котельная (ровная открытая местность, Новосибирская область)

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
1	Число дымовых труб, N	шт.	1
2	Высота дымовых труб, H	м	35
3	Диаметр устья трубы, D	м	1,4
4	Скорость выхода газовоздушной смеси, w_0	м/с	7
5	Температура газовоздушной смеси, $T_г$	°С	125
6	Температура окружающего воздуха, $T_в$	°С	25
7	Выброс двуокиси серы, M_{SO_2}	г/с	12
8	Выброс золы, $M_з$	г/с	2,6
9	Выброс окислов азота (в пересчете на двуокись азота), M_{NO_2}	г/с	0,2
10	Коэффициенты в формуле (2.1)		
	A	—	200
	η	—	1
11	Максимальные разовые предельно допустимые концентрации (ПДК)		
	двуокиси серы	мг/м³	0,5
	золы	мг/м³	0,5
	окислов азота	мг/м³	0,085
12	Объем газовоздушной смеси (по формуле (2.2))		
	$V_1 = \frac{\pi \cdot 1,4^2}{4} \cdot 7$	м³/с	10,8
13	Перегрев газовоздушной смеси, ΔT		
	$\Delta T = T_г - T_в = 125-25$	°С	100
14	Параметр f (по формуле (2.3))		
	$f = 1000 \frac{7^2 \cdot 1,4}{35^2 \cdot 100}$	—	0,56
15	Параметр $v_м$ (по формуле (2.4))		
	$v_м = 0,65 \sqrt[3]{\frac{10,8 \cdot 100}{35}}$	м/с	2,04
16	*Парам тр $v'_м$ (по формуле (2.5))*		
	$v'_м = \frac{1,3 \cdot 7 \cdot 1,4}{35}$	—	0,36

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
17	Параметр f_e (по формуле (2.6))		
	$f_e = 800\,(0{,}36)^3$	—	37,32
18	Параметр m (по формуле (2.7а) или рис. 2.1)	—	0,98
19	Параметр n (по формуле (2.8а) или рис. 2.2)	—	1
20	Опасная скорость ветра $u_м$ (по формуле (2.16в))		
	$u_м = 2{,}04\,(1 + 0{,}12\sqrt{0{,}56})$	м/с	2,2
21	Параметр d (по формуле (2.14в))		
	$d = 7\sqrt{2{,}04}\,(1 + 0.28\sqrt[3]{0{,}56})$	—	12,3
	Расчет концентрации двуокиси серы		
22	Максимальная концентрация SO_2 (по формуле (2.1))		
	$c_м^{SO_2} = \frac{200 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 0{,}98 \cdot 1 \cdot 1}{35^2\sqrt[3]{10{,}8 \cdot 100}}$	мг/м³	0,19
23	Расстояние $x_м^{SO_2}$ (по формуле (2.13))		
	$x_м^{SO_2} = 12{,}3 \cdot 35$	м	430
24	Коэффициент s_1 для расстояния x (по формулам (2.23а), (2.23б) или по рис. 2.4)		
	$x = 50$ м, $x/x_м = 0{,}116$	—	0,069
	$x = 100$ м, $x/x_м = 0{,}256$	—	0,232
	$x = 200$ м, $x/x_м = 0{,}465$	—	0,633
	$x = 400$ м, $x/x_м = 0{,}93$	—	1
	$x = 1000$ м, $x/x_м = 2{,}32$	—	0,664
	$x = 3000$ м, $x/x_м = 6{,}97$	—	0,154
25	Концентрация c^{SO_2} на расстоянии x по формуле (2.22)		
	$x = 50$ м, $c = 0{,}19 \cdot 0{,}069$	мг/м³	0,01
	$x = 100$ м, $c = 0{,}19 \cdot 0{,}232$	мг/м³	0,04
	$x = 200$ м, $c = 0{,}19 \cdot 0{,}633$	мг/м³	0,12
	$x = 400$ м, $c = 0{,}19 \cdot 1$	мг/м³	0,19
	$x = 1000$ м, $c = 0{,}19 \cdot 0{,}664$	мг/м³	0,13
	$x = 3000$ м, $c = 0{,}19 \cdot 0{,}154$	мг/м³	0,03
	Расчет концентрации окислов азота		
	Расчет c^{NO_2} производится аналогично расчету c^{SO_2}		
26	Концентрации c^{NO_2} и c^{SO_2} связаны соотношением $c^{NO_2} = c^{SO_2}\frac{M^{NO_2}}{M^{SO_2}} = 0{,}017c^{SO_2}$		

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
	Расчет концентрации золы		
27	Золоочистка отсутствует. Коэффициент F (согласно п. 2.5)	—	3
	Максимальная концентрация золы по формуле (2.1) или по соотношению $c_м^з = c_м^{SO_2} \frac{M_з}{M_{SO_2}} F = \frac{0{,}19 \cdot 2{,}6 \cdot 3}{12}$	мг/м³	0,12
28	Расстояние $x_м^з$ по формуле (2.13) или по соотношению $x_м^з = x_м^{SO_2} \frac{5-F}{4} = 430 \cdot \frac{5-3}{4}$	м	215
29	Коэффициент s_1 для расстояний x (по формулам (2.23а)—(2.23г) или рис. 2.7 и 2.8).		
	$x = 50$ м, $x/x_м = 0{,}233$	—	0,232
	$x = 100$ м, $x/x_м = 0{,}465$	—	0,633
	$x = 200$ м, $x/x_м = 0{,}93$	—	1,0
	$x = 400$ м, $x/x_м = 1{,}86$	—	0,78
	$x = 1000$ м, $x/x_м = 4{,}05$	—	0,296
	$x = 3000$ м, $x/x_м = 13{,}9$	—	0,028
30	Концентрация золы $c^з$ на расстоянии x (по формуле (2.22))		
	$x = 50$ м, $c = 0{,}12 \cdot 0{,}23$	мг/м³	0,03
	$x = 100$ м, $c = 0{,}12 \cdot 0{,}632$	мг/м³	0,08
	$x = 200$ м, $c = 0{,}12 \cdot 0{,}99$	мг/м³	0,12
	$x = 400$ м, $c = 0{,}12 \cdot 0{,}78$	мг/м³	0,09
	$x = 1000$ м, $c = 0{,}12 \cdot 0{,}296$	мг/м³	0,04
	$x = 3000$ м, $c = 0{,}12 \cdot 0{,}028$	мг/м³	0,003

Пример 2. Промышленная котельная с теми же параметрами выброса и при тех же условиях, что в примере 1. Котельная расположена на промплощадке, ее труба размещается непосредственно вблизи здания у середины его длинной стороны.

Согласно расчетам в примере 1 для двуокиси серы $c_м^{SO_2} = 0{,}19$ мг/м³, $x_м^{SO_2} = 430$ м, $u_м = 2{,}2$ м/с; для золы $c_м^з = 0{,}12$ мг/м³, $x_м^з = 215$ м, $u_м = 2{,}2$ м/с.

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
1	Высота здания $H_з$	м	26
2	Ширина здания $L'_ш$ (по п. 1.4 Приложения 2)	м	30
3	Длина здания $L'_д$ (по п. 1.4 Приложения 2)	м	60
4	Опасное направление ветра — перпендикулярно длинной стороне здания, от здания к источнику (по п. 2.2 Приложения 2)	—	—

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
5	При опасном направлении ветра: длина здания вдоль направления ветра L_x (по п. 1.5 Приложения 2)	м	30
6	ширина здания поперек направления ветра L_m (по п. 1.5 Приложения 2)	м	60
6	Длина $L^* = H_a$ (по формуле (3) Приложения 2)	м	26
7	Протяженность подветренной тени (по формуле (2) Приложения 2)	м	104
8	Высота ветровой тени в точке размещения источника $H_a = H_a$ (по формуле (2) Приложения 2)	м	26
9	*Отношение* $\frac{H}{H_a} = \frac{35}{26}$	—	1,35
10	Опасная скорость ветра при наличии здания $\vartheta = u_м$ (по п. 2.2. Приложения 2)	м/с	2,2
11	Коэффициент $r_a = 1$ (по п. 2.2 Приложения 2)	—	1
12	Коэффициент $p_a = 1$ (по п. 2.2 Приложения 2)	—	1
13	Коэффициент $\widehat{\eta}$ (по формуле (9) Приложения 2)	—	6,14
14	*Отношение* $f_2 = \frac{60}{30}$ (по формуле (17) Приложения 2)	—	2
15	Угол $\varphi_м$ (по формуле (16б) Приложения 2)	...°	42
16	Аргумент $f_3 = 42 \cdot \sqrt{2,2}$ (по формуле (19) Приложения 2)	—	62,3
17	Коэффициент $\zeta_м$ (по формуле (18) Приложения 2)	—	0,645
18	Коэффициент s_1 для расстояния $x = x_м$ (по формуле (21) Приложения 2)	—	1
	Расчет максимальной концентрации двуокиси серы		
19	Аргумент $f_1 = \frac{104 \cdot \sqrt{6,14}}{1,1 \cdot 1 \cdot 430}$ (по формуле (13) Приложения 2 при $x_м^{SO_2} = 430$ м)	—	0,544
20	Коэффициент s (по формуле (12а) Приложения 2)	—	0,322
21	Коэффициент $\vartheta_1 = 1 \cdot 6,14 \cdot 0,322$ (по формуле (7) Приложения 2)	—	1,98
22	Коэффициент $\hat{\eta}_м = 0,645 \cdot 1,98 + (1 - 0,645) \cdot 1$ (по формуле (6) Приложения 2)	—	1,63

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
23	Максимальная концентрация $c_м^{SO_4} = 0{,}19 \cdot 1{,}63$ (по формуле (5) Приложения 2)	мг/м³	0,31
	Расчет осевой концентрации двуокиси серы на различных расстояниях		
24	Коэффициент $\zeta = \zeta_м$ (по п. 3.2 Приложения 2 при $u = a_м$)	—	0,645
25	Коэффициент s_2 на оси факела (по формуле (2.27))	—	1
26	Коэффициент $\bar{s}_2$ (по формуле (37) Приложения 2)	—	1
27	Величина L' (по формуле (35) Приложения 2)	м	430
28	Коэффициент s_1 для расстояния x (по п. 3.2 Приложения 2 и формулам (2.23а), (2.23б))		
	$x = 50$ м, $x/x_м = 0{,}116$	—	0,068
	$x = 100$ м, $x/x_м = 0{,}232$	—	0,232
	$x = 200$ м, $x/x_м = 0{,}465$	—	0,633
	$x = 400$ м, $x/x_м = 0{,}930$	—	0,999
	$x = 1000$ м, $x/x_м = 2{,}32$	—	0,664
29	Коэффициент s'' для расстояния x (по формуле (36) Приложения 2)		
	$x = 200$ м, $s'' = \dfrac{2\,(200-104)}{1 \cdot 430 + 200 - 2 \cdot 104}$	—	0,454
	$x = 400$ м, $s'' = \dfrac{2\,(400-104)}{1 \cdot 430 + 400 - 2 \cdot 104}$	—	0,951
30	Коэффициент s' для расстояния x (по формуле (34) Приложения 2)		
	$x = 50$ м, $s' = 1{,}98 \cdot 1$	—	1,98
	$x = 100$ м, $s' = 1{,}98 \cdot 1$	—	1,98
	$x = 200$ м, $s' = 1{,}98 \cdot 1 \cdot (1 - 0{,}454) + 1 \cdot 1 \cdot 0{,}454$	—	1,54
	$x = 400$ м, $s' = 1{,}98 \cdot 1 \cdot (1 - 0{,}951) + 1 \cdot 1 \cdot 0{,}951$	—	1,05
	$x = 1000$ м, $s' = 0{,}664 \cdot 1$	—	0,664
31	Коэффициент $\hat{\eta}$ для расстояния x (по формуле (32) Приложения 2)		
	$x = 50$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}645) \cdot 0{,}068 \cdot 1 + 0{,}645 \cdot 1{,}98$	—	1,30
	$x = 100$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}645) \cdot 0{,}232 \cdot 1 + 0{,}645 \cdot 1{,}98$	—	1,36
	$x = 200$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}645) \cdot 0{,}633 \cdot 1 + 0{,}645 \cdot 1{,}54$	—	1,22
	$x = 400$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}645) \cdot 0{,}999 \cdot 1 + 0{,}645 \cdot 1{,}05$	—	1,03
	$x = 1000$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}645) \cdot 0{,}664 \cdot 1 + 0{,}645 \cdot 0{,}664$	—	0,664

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
32	Концентрация $\tilde{c}$ на расстоянии x (по формуле (31) Приложения 2)		
	$x = 50$ м, $\tilde{c} = 0,19 \cdot 1 \cdot 1,30$	мг/м³	0,24
	$x = 100$ м, $\tilde{c} = 0,19 \cdot 1 \cdot 1,36$	мг/м³	0,25
	$x = 200$ м, $\tilde{c} = 0,19 \cdot 1 \cdot 1,22$	мг/м³	0,23
	$x = 400$ м, $\tilde{c} = 0,19 \cdot 1 \cdot 1,03$	мг/м³	0,19
	$x = 1000$ м, $\tilde{c} = 0,19 \cdot 1 \cdot 0,664$	мг/м³	0,13
	Расчет максимальных концентраций золы		
33	Аргумент $f_1 = \frac{104 \cdot \sqrt{6,14}}{1,1 \cdot 1 \cdot 215}$ (по формуле (13) Приложения 2 при $x_м^3 = 215$ м)	—	1,09
34	Коэффициент s (по формуле (12б) Приложения 2)	—	0,63
35	Коэффициент $\Phi_1 = 1 \cdot 6,14 \cdot 0,626$ (по формуле (7) Приложения 2)	—	3,84
36	Коэффициент $\tilde{\eta}_м = 0,645 \cdot 3,84 + (1 - 0,645) \cdot 1$ (по формуле (6) Приложения 2)	—	2,83
37	Максимальная концентрация $c_м^3 = 0,12 \cdot 2,83$ (по формуле (5) Приложения 2)	мг/м³	0,34
	Расчет осевой концентрации золы на различных расстояниях		
38	Коэффициент $\zeta = \zeta_м$ (как и для двуокиси серы)	—	0,645
39	Коэффициент s_2 на оси факела (как и для двуокиси серы)	—	1
40	Коэффициент $\tilde{s}_2$ (как и для двуокиси серы)	—	1
41	Величина $L' = 104 + 5 \cdot 23$ (по формуле (35) Приложения 2)	м	234
42	Коэффициент s_1 для расстояния x (по п. 3.2 Приложения 2 и формулам (2.23а), (2.23б)		
	$x = 50$ м, $x/x_м = 0,232$	—	0,232
	$x = 100$ м, $x/x_м = 0,465$	—	0,633
	$x = 200$ м, $x/x_м = 0,93$	—	0,999
	$x = 400$ м, $x/x_м = 1,86$	—	0,779
	$x = 1000$ м, $x/x_м = 4,65$	—	0,296
43	Коэффициент s'' для расстояния x (по формуле (36) Приложения 2)		
	$x = 200$ м $s'' = \frac{200 - 101}{2 \cdot 25 + 0,6 \cdot (200 - 101)}$	—	0,876

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
44	Коэффициент s' для расстояния x (по формуле (34) Приложения 2)		
	$x=50$ м, $s'=3{,}81\cdot 1$	—	3,84
	$x=100$ м, $s'=3{,}84\cdot 1$	—	3,84
	$x=200$ м, $s'=3{,}84\cdot 1\cdot(1-0{,}876)+0{,}979\cdot 1\cdot 0{,}876$	—	1,33
	$x=400$ м, $s'=0{,}779\cdot 1$	—	0,779
	$x=1000$ м, $s'=0{,}296\cdot 1$	—	0,296
45	Коэффициент $\hat{\eta}$ для расстояния x (по формуле (32) Приложения 2)		
	$x=50$ м, $\hat{\eta}=(1-0{,}645)\cdot 0{,}232\cdot 1+0{,}645\cdot 3{,}84$	—	2,56
	$x=100$ м, $\hat{\eta}=(1-0{,}645)\cdot 0{,}633\cdot 1+0{,}645\cdot 3{,}84$	—	2,70
	$x=200$ м, $\hat{\eta}=(1-0{,}645)\cdot 0{,}999\cdot 1+0{,}645\cdot 1{,}33$	—	1,21
	$x=400$ м, $\hat{\eta}=(1-0{,}645)\cdot 0{,}779\cdot 1+0{,}645\cdot 0{,}779$	—	0,779
	$x=1000$ м, $\hat{\eta}=(1-0{,}645)\cdot 0{,}296\cdot 1+0{,}645\cdot 0{,}296$	—	0,296
46	Концентрация $\hat{c}$ на растоянии x (по формуле (31) Приложения 2)		
	$x=50$ м, $\hat{c}=0{,}12\cdot 1\cdot 2{,}56$	мг/м³	0,31
	$x=100$ м, $\hat{c}=0{,}12\cdot 1\cdot 2{,}70$	мг/м³	0,32
	$x=200$ м, $\hat{c}=0{,}12\cdot 1\cdot 1{,}21$	мг/м³	0,15
	$x=400$ м, $\hat{c}=0{,}12\cdot 1\cdot 0{,}779$	мг/м³	0,09
	$x=1000$ м, $\hat{c}=0{,}12\cdot 1\cdot 0{,}296$	мг/м³	0,04

Пример 3. Котельная с теми же параметрами и при тех же условиях, что в примере 2. Расчет распределения концентрации на оси факела при скорости $u=2{,}2$ м/с и направлении ветра, составляющем угол $\gamma=45°$ с опасным направлением.

Согласно расчетам в примере 1 для двуокиси серы: $c_м^{SO_2}=0{,}18$ мг/м³, $x_м^{SO_2}=430$ м, $u_м=2{,}2$ м/с; для золы: $c_м^{З}=0{,}12$ мг/м³, $x_м^{З}=215$ м, $u_м=2{,}2$ м/с.

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
1—16	В строках 1—16 приводятся значения, совпадающие со значениями в строках 1—16 примера 2		
17	Аргумент $f_3=(42+15)\cdot\sqrt{2{,}2}$		129
18	Коэффициент ζ' (по п. 3.2, 2.3 и формуле (18) Приложения 2)	—	0,943
19	Аргумент $f_3=\lvert 42-45\rvert\sqrt{2{,}2}$		4,4
20	Коэффициент ζ'' (по пп. 3.2, 2.3 и формуле (18) Приложения 2)	—	0,051

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
21	Коэффициент ζ (по п. 3.2 и формуле (26) Приложения 2) $\zeta = 0{,}5\,(0{,}943 - 0{,}051)$	—	0,446
	Расчет осевой концентрации двуокиси серы на различных расстояниях		
22	Коэффициент $\hat{\eta}$ для расстояния x (по формуле (32) Приложения 2) с использованием значений коэффициентов согласно строкам 25—30 примера 2)*		
	$x = 50$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}446) \cdot 0{,}068 \cdot 1 + 0{,}446 \cdot 1 \cdot 98$	—	0,921
	$x = 100$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}446) \cdot 0{,}232 \cdot 1 + 0{,}446 \cdot 1{,}98$	—	1,01
	$x = 200$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}446) \cdot 0{,}633 \cdot 1 + 0{,}446 \cdot 1{,}53$	—	1,03
	$x = 400$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}446) \cdot 0{,}999 \cdot 1 + 0{,}446 \cdot 1{,}05$	—	1,02
	$x = 1000$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}446) \cdot 0{,}664 \cdot 1 + 0{,}446 \cdot 0{,}664$	—	0,664
23	Концентрация $\hat{c}$ на расстоянии $\hat{x}$ (по формуле (31) Приложения 2)		
	$x = 50$ м, $\hat{c} = 0{,}19 \cdot 1 \cdot 0{,}921$	мг/м³	0,18
	$x = 100$ м, $\hat{c} = 0{,}19 \cdot 1 \cdot 1{,}01$	мг/м³	0,19
	$x = 200$ м, $\hat{c} = 0{,}10 \cdot 1 \cdot 1{,}03$	мг/м³	0,20
	$x = 400$ м, $\hat{c} = 0{,}19 \cdot 1 \cdot 1{,}02$	мг/м³	0,19
	$x = 1000$ м, $\hat{c} = 0{,}19 \cdot 1 \cdot 0{,}664$	мг/м³	0,13
	Расчет осевой концентрации золы на различных расстояниях		
24	Коэффициенты $\hat{\eta}$ на расстояниях x (по формуле (32) Приложения 2 с использованием значений коэффициентов согласно строкам 42—44 примера 2)		
	$x = 50$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}446) \cdot 0{,}232 \cdot 1 + 0{,}446 \cdot 3{,}84$	—	1,84
	$x = 100$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}446) \cdot 0{,}633 \cdot 1 + 0{,}446 \cdot 3{,}84$	—	2,06
	$x = 200$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}446) \cdot 0{,}999 \cdot 1 + 0{,}446 \cdot 1{,}33$	—	1,15
	$x = 400$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}446) \cdot 0{,}779 \cdot 1 + 0{,}446 \cdot 0{,}779$	—	0,779
	$x = 1000$ м, $\hat{\eta} = (1 - 0{,}446) \cdot 0{,}296 \cdot 1 + 0{,}446 \cdot 0{,}296$	—	0,296

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
25	Концентрация $\hat{c}$ на расстояниях $\hat{x}$ (по формуле (31) *Приложения 2*)		
	$x=50$ м, $\hat{c}=0{,}12\cdot 1\cdot 1{,}84$	мг/м³	0,22
	$x=100$ м, $\hat{c}=0{,}12\cdot 1\cdot 2{,}06$	мг/м³	0,25
	$x=200$ м, $\hat{c}=0{,}12\cdot 1\cdot 1{,}15$	мг/м³	0,14
	$x=400$ м, $\hat{c}=0{,}12\cdot 1\cdot 0{,}779$	мг/м³	0,093
	$x=1000$ м, $\hat{c}=0{,}12\cdot 1\cdot 0{,}296$	мг/м³	0,036

Пример 4. Котельная с теми же параметрами и при тех же условиях, что в примере 1, расположенная в ложбине. Ветер направлен поперек ложбины.

Согласно расчетам в примере 1 (для ровного места) для двуокиси серы $c_м^0=0{,}19$ мг/м³, $x_м^0=430$ м; для золы $c_м^0=0{,}12$ мг/м³, $x_м^0=215$ м.

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единицы	Значение
1	Глубина ложбины, h_0	м	70
2	Полуширина основания ложбины, a_0	м	600
3	Расстояние от середины ложбины до источника, x_0	м	200
4	Параметр $n_1=\frac{35}{70}$ (по п. 4.2)	—	0,5
5	Параметр $n_2=\frac{600}{70}$ (по п. 4.2)	—	9
6	Отношение $\frac{\lvert x_0\rvert}{a_0}=\frac{200}{600}$	—	0,3
7	Функция $\varphi_1(\lvert x_0\rvert/a_0)$ (по рис. 4.1)	—	0,8
8	Коэффициент $\eta_м$ (по табл. 4.1)	—	2,0
9	Коэффициент $\eta=1+0{,}82\cdot(2-1)$ (по формуле (4.1))	—	1,8
10	Коэффициент d (по п. 4.3) $d=7\cdot\sqrt{2{,}04}\times$ $\times(1+0{,}28\cdot\sqrt[3]{0{,}56})\frac{1{,}1}{\sqrt{1{,}8+0{,}2}}$	—	9,57
	Расчет концентрации двуокиси серы		
11	Максимальная концентрация (по формуле (2.1)) или по соотношению $c_м=c_м^{(0)}\times$ $\times\eta=0{,}19\cdot 1{,}8$	мг/м³	0,34
12	Расстояние $x_м=9{,}57\cdot 35$ (по формуле (2.13))	м	335
13	Правая часть формулы (4.2) $6{,}2x_м\sqrt{\eta-1}=6{,}2\cdot 430\cdot\sqrt{0{,}8}$	м	2400

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
14	Коэффициент s_1 для расстояния x по п. 2.14		
	$x = 50$ м, $x/x_м = 0,149$	—	0,108
	$x = 100$ м, $x/x_м = 0,298$	—	0,345
	$x = 200$ м, $x/x_м = 0,597$	—	0,817
	$x = 400$ м, $x/x_м = 1,19$	—	0,954
	$x = 1000$ м, $x/x_м = 2,98$	—	0,524
	$x = 3000$ м, (см. пример 1)	—	0,154
15	Концентрация c для расстояния x (по формуле (2.22))		
	$x = 50$ м, $c = 0,34 \cdot 0,108$	мг/м³	0,04
	$x = 100$ м, $c = 0,34 \cdot 0,345$	мг/м³	0,12
	$x = 200$ м, $c = 0,34 \cdot 0,817$	мг/м³	0,27
	$x = 400$ м, $c = 0,34 \cdot 0,954$	мг/м³	0,32
	$x = 1000$ м, $c = 0,34 \cdot 0,524$	мг/м³	0,18
	$x = 3000$ м, (см. пример 1)	мг/м³	0,03

Расчет концентрации золы

16	Максимальная концентрация (по формуле (2.1)) или по соотношению $c_м = c_м^{(0)} \times \eta = 0,12 \cdot 1,8$	мг/м³	0,22
17	Расстояние $x_м = \frac{5-3}{4} \cdot 9,57 \cdot 35$ (по формуле (2.13))	м	168
18	Величина (по формуле (4.2)) $6,2\sqrt{\eta - 1} \cdot x_м = 6,2 \cdot \sqrt{0,8} \cdot 215$	м	1200
19	Коэффициент s_1 для расстояния x (по п. 2.14 и рис. 2.4)		
	$x = 50$ м, $x/x_м = 0,298$	—	0,345
	$x = 100$ м, $x/x_м = 0,595$	—	0,815
	$x = 200$ м, $x/x_м = 1,19$	—	0,954
	$x = 400$ м, $x/x_м = 2,38$	—	0,651
	$x = 1000$ м, $x/x_м = 5,95$	—	0,202
	$x = 3000$ м, (см. пример 1)	—	0,028
20	Концентрация c на расстоянии x (по формуле (2.22))		
	$x = 50$ м, $c = 0,22 \cdot 0,345$	мг/м³	0,08
	$x = 100$ м, $c = 0,22 \cdot 0,815$	мг/м³	0,18
	$x = 200$ м, $c = 0,22 \cdot 0,954$	мг/м³	0,21
	$x = 400$ м, $c = 0,22 \cdot 0,651$	мг/м³	0,14
	$x = 1000$ м, $c = 0,22 \cdot 0,202$	мг/м³	0,01
	$x = 3000$ м, (см. пример 1)	мг/м³	0,003

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения 3
2. Расчет загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника . . . 4
3. Расчет загрязнения атмосферы выбросами линейного источника 19
4. Учет влияния рельефа местности при расчете загрязнения атмосферы 22
5. Расчет загрязнения атмосферы выбросами группы источников и площадных источников 25
6. Расчет загрязнения атмосферы с учетом суммации вредного действия нескольких веществ 35
7. Учет фоновых концентраций при расчетах загрязнения атмосферы и установление фона расчетным путем 37
8. Нормы по определению минимальной высоты источников выброса, установлению предельно допустимых выбросов и определению границ санитарно-защитной зоны предприятий 40
Приложение 1 (обязательное). Расчетные формулы для определения концентраций вредных веществ от линейных и площадных источников при ветре вдоль или поперек источника 49
Приложение 2 (рекомендуемое). Расчет загрязнения воздуха на промплощадке с учетом влияния застройки 53
Приложение 3 (справочное). Примеры расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе в районе источников их выброса при неблагоприятных метеорологических условиях 83

gost.e-ecolog.ru