Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

УКАЗАНИЯ

ПО РАСЧЕТУ РАССЕИВАНИЯ В АТМОСФЕРЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ (ПЫЛИ И СЕРНИСТОГО ГАЗА), СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВЫБРОСАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

СН 369-67

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАД • 1967

gost.e-ecolog.ru

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

УКАЗАНИЯ

ПО РАСЧЕТУ РАССЕИВАНИЯ В АТМОСФЕРЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ (ПЫЛИ И СЕРНИСТОГО ГАЗА), СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВЫБРОСАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ СН 369-67

УТВЕРЖДЕНЫ
Государственным комитетом Совета Министров СССР
по делам строительства
5 июня 1967 г.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАД • 1967

УДК 613.511.12

«Указания по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ (пыли и сернистого газа), содержащихся в выбросах промышленных предприятий» (СН 369-67) разработаны Главной ордена Трудового Красного Знамени геофизической обсерваторией имени А. И. Воейкова Главного управления гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР при участии Московского научно-исследовательского института гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана Министерства здравоохранения РСФСР, Государственного института по проектированию газоочистных сооружений и Ленинградского государственного института по проектированию предприятий искусственного жидкого топлива и газа, Государственного союзного института по проектированию металлургических заводов Министерства черной металлургии СССР и Центрального научно-исследовательского и проектно-экспериментального института промышленных зданий и сооружений Госстроя СССР. Указания являются развитием «Временной методики расчетов рассеивания в атмосфере выбросов (золы и сернистых газов) из дымовых труб электростанций», утвержденной постановлением Государственного комитета по координации научно-исследовательских работ СССР от 25 июля 1963 г. № 83 по согласованию с Госстроем СССР. Усовершенствование и обобщение методики расчета выполнены в результате большого комплекса специально проведенных теоретических и экспериментальных исследований с учетом имеющегося в СССР и за рубежом научно-производственного опыта.

В Указаниях излагается методика расчета рассеивания в атмосфере вредных веществ (пыли и сернистого газа), выбрасываемых в атмосферу промышленными предприятиями (объектами) и котельными. В них рассмотрены случаи одиночных и групповых источников выброса вредных веществ и даны рекомендации по учету фонового загрязнения воздушного бассейна жилой застройки, определению границ санитарно-защитной зоны, а также по проведению основных мероприятий для охраны воздушного бассейна от загрязнения при эксплуатации промышленных предприятий (объектов) и котельных.

Редакторы: *А. М. КОШКИН* (Госстрой СССР) и д-р физ.-мат. наук, проф. *М. Е. БЕРЛЯНД* (Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова).

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы	СН 369-67
	Указания по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ (пыли и сернистого газа), содержащихся в выбросах промышленных предприятий	—

1. Общие положения

1.1. Настоящие Указания разработаны в развитие главы СНиП II—Г. 7-62 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования» и «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий» (СН 245-63).

1.2. Требования настоящих Указаний распространяются на расчеты рассеивания в атмосфере вредных веществ (пыли и сернистого газа), содержащихся в выбросах промышленных предприятий (объектов) и котельных, перечисленных в приложении 1.

По согласованию с Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Министерства здравоохранения СССР настоящие Указания могут быть использованы при расчете рассеивания в атмосфере других вредных веществ и для других объектов.

1.3. Методика расчета рассеивания в атмосфере вредных веществ основана на определении концентраций этих веществ в приземном слое воздуха.

Степень опасности загрязнения приземного слоя воздуха выбросами вредных веществ промышленных предприятий и котельных определяется по наибольшей величине приземной концентрации вредных веществ $c_м$, которая может устанавливаться на некотором расстоянии от места выброса при неблагоприятных метеорологических условиях (когда скорость ветра достигает опасного значения и имеет место интенсивный вертикальный турбулентный обмен).

Внесены Главным управлением гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР	Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 5 июня 1967 г.	Срок введения 1 октября 1967 г.

Методика расчетов рассеивания вредных веществ в атмосфере распространяется на организованные (через трубы) выбросы этих веществ после очистных устройств и без очистки в случаях, когда последнее допускается санитарными нормами. Методика не распространяется на наземные источники выбросов.

1.4. Величины $c_м$ (в *мг/м³*) для каждого вредного вещества не должны превышать максимальных разовых предельно допустимых величин концентраций этих веществ в атмосфере (ПДК):

$$c_м \leqslant \text{ПДК}. \qquad (1)$$

Примечания:

1. Величины ПДК следует принимать по нормативам, утвержденным Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Министерства здравоохранения СССР.

2. Разовые ПДК обычно относятся к двадцатиминутному интервалу времени. Поэтому приводимые в настоящих Указаниях для определения концентраций вредных веществ формулы и графики также относятся к двадцатиминутному интервалу времени.

3. Разовые ПДК являются в настоящее время основной характеристикой опасности веществ, не обладающих кумулятивным вредным действием.

4. Для сернистого газа и нетоксической пыли разовые ПДК принимаются равными 0,5 *мг/м³*.

2. Методика расчета рассеивания выбросов для одиночного источника

2.1. Значение максимальной приземной концентрации вредного вещества $c_м$ (в *мг/м³*) от одиночного источника выброса при неблагоприятных метеорологических условиях следует определять по формуле

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

где A — коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющей условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в воздухе (принимается по п. 2.2 настоящих Указаний) (в *сек*$^{2/3}$ *град*$^{1/3}$);

M — количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу (в *г/сек*);

H — высота источника выброса (трубы) над уровнем земли (в *м*);

V — объем выбрасываемой газовоздушной смеси (в *м³/сек*).

Объем выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси связан с диаметром устья источника выброса (трубы) D (в *м*) и со средней скоростью выхода w_0 (в *м/сек*) этой смеси из устья соотношением

$$V = \frac{1}{4}\pi D^2 w_0; \qquad (3)$$

ΔT — разность между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси $T_г$ и температурой окружающего атмосферного воздуха $T_в$ (в° С);

F — безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере;

m — безразмерный коэффициент, учитывающий условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса.

Для упрощения определения величины $c_м$ формула (2) преобразуется к следующему виду:

$$c_м = AMFmG. \qquad (4)$$

При этом величина G (в $сек^{1/3}/м^3 \cdot град^{1/3}$) определяется с помощью номограммы, приведенной на рис. 1, по значениям величин $V\Delta T$ и H. Для этого из точки горизонтальной координатной оси, соответствующей данному значению $V\Delta T$, проводится вертикаль до пересечения с одной из наклонных линий, соответствующей геометрической высоте источника H. Из точки пересечения опускается перпендикуляр на вертикальную координатную ось и на последней снимается значение G. На рис. 1 в качестве примера пунктирной линией показано определение величины G для $H = 120$ $м$ и $V\Delta T = 10^4$ $м^3 \cdot град/сек$. При таких параметрах величина G оказывается равной $3{,}25 \cdot 10^{-6}$ $сек^{1/3}/м^3 \cdot град^{1/3}$.

2.2. Коэффициент A принимается для неблагоприятных (опасных) метеорологических условий, когда имеет место интенсивный вертикальный турбулентный обмен. При этом приземная концентрация вредных веществ в воздухе от высотного источника достигает максимального значения.

При расчетах следует принимать следующие значения коэффициента A:

а) для Средней Азии, Казахстана, Нижнего Поволжья, Кавказа, Сибири и Дальнего Востока — 200;

б) для севера и северо-запада Европейской территории СССР, Среднего Поволжья, Урала и Украины — 160;

в) для центральной части Европейской территории СССР — 120.

Примечания:

1. В других областях значения коэффициента A следует принимать по сходству климатических условий турбулентного обмена в этих областях и указанных в настоящем пункте.

2. Применимость настоящих Указаний ограничивается условием, согласно которому параметр

$$f = \frac{10^3 w_0^2 D}{H^2 \Delta T}, \qquad (5)$$

определенный на основании данных о w_0, D, H и ΔT, должен удовлетворять неравенству $f<6$ (f в *м/сек² град*). В соответствии с этим Указания не распространяются на расчет рассеивания в атмосфере выбросов с температурой газовоздушной смеси $T_г$, близкой к температуре окружающего воздуха $T_в$.

3. Значения концентраций вредных веществ, вычисленные на основании настоящих Указаний, относятся к установившимся условиям распространения сохраняющейся в атмосфере примеси над ровной или слабо пересеченной местностью. В случае проектирования предприятий в условиях сложного рельефа следует обращаться за специальными указаниями по расчету рассеивания вредных веществ в атмосфере в Главную геофизическую обсерваторию им. А. И. Воейкова Главного управления гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР и Главное санитарно-эпидемиологическое управление Министерства здравоохранения СССР. Рекомендуется избегать больших выбросов вредных веществ в местах застоя воздуха, а также с часто повторяющимися туманами или приподнятыми температурными инверсиями.

2.3. При наличии неблагоприятных местных особенностей метеорологического режима в соответствии с имеющимся научно-производственным опытом следует в расчетах значение приземных концентраций вредных веществ увеличивать на 25%.

2.4. Значения величин M и V определяются в соответствии с действующими для данного предприятия нормативами, причем под M понимается количество вредного вещества, содержащегося в газовоздушной смеси после очистных устройств. При этом в расчете должны учитываться максимальные значения M и минимальные значения V, которые могут создаваться при определенных технологических условиях эксплуатации предприятий.

Примечания:

1. При использовании сырья и топлива с различными показателями сернистости и зольности в расчетах нужно принимать наибольшие значения этих величин.

2. При установлении необходимой степени очистки выбросов от вредных веществ должны приниматься реальные значения КПД очистных устройств при обычных эксплуатационных условиях.

2.5. При определении разности ΔT между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси $T_г$ и температурой окружающего воздуха $T_в$ следует величину температуры окружающего воздуха принимать как среднюю температуру самого жаркого месяца в 13 час., указанную в главе СНиП II—А.6-62 «Строительная климатология и геофизика. Основные положения проектирования» (табл. 1, графа 18).

Примечание. Для котельных, работающих по тепловому графику, разрешается при расчетах принимать величины $T_в$ как средние температуры отопительного периода по главе СНиП II—А.6-62 (табл. 1, графа 23).

2.6. При определении величин концентраций вредных веществ безразмерный коэффициент F следует принимать:

а) для сернистого газа и других вредных веществ, скорость оседания которых практически равна нулю, равным 1;

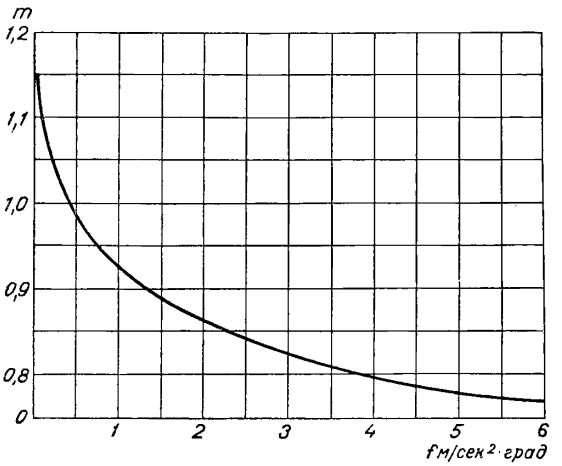

Рис. 2. График для определения коэффициента m, учитывающего условия выхода газовоздушной смеси из устья источника.

б) для пыли, если средний эксплуатационный коэффициент очистки

не менее 90%, равным 2;
менее 90% „ 2,5.

2.7. Величину безразмерного коэффициента m, учитывающего условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса (трубы), следует определять по величине параметра $f = \frac{10^3 w_0^2 D}{H^2 \Delta T}$ (в *м/сек² · град*) с помощью графика на рис. 2.

2.8. Максимальная концентрация вредных веществ у земной поверхности при опасных метеорологических условиях $c_м$ достигается на оси факела выброса (по направлению среднего за рассматриваемый период ветра) на расстоянии $x_м$ (в *м*) от

источника, которое определяется в величинах высоты источника выброса (трубы) H и находится приближенно по формуле

$$x_м = 20H. \quad (6)$$

Примечание. Концентрации вредных веществ, отличающиеся от максимальной не более чем на 30%, наблюдаются на расстояниях, лежащих в пределах $(10 \div 40)H$. Следует стремиться к тому, чтобы зоны максимальных концентраций вредных веществ не совпадали с местами густо населенных застроек, размещения лечебных и детских учреждений.

2.9. Опасную скорость ветра $u_м$ (в *м/сек*) на уровне флюгера (обычно 10 *м* от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ в воздухе, приближенно следует определять по формуле

$$u_м \simeq 0{,}65 \sqrt[3]{\frac{V\Delta T}{H}}. \quad (7)$$

Обозначения входящих в формулу величин приведены выше

Величина $u_м$ может быть также определена с помощью номограммы, приведенной на рис. 3, по значениям величин $V\Delta T$ и H. Для этого из точки, лежащей на горизонтальной координатной оси и соответствующей данному значению $V\Delta T$, проводится вертикаль до пересечения с той линией из семейства наклонных линий, которая соответствует геометрической высоте источника H. Затем из точки пересечения опускается перпендикуляр на вертикальную ось, на которой и определяется значение $u_м$.

Примечание. Более точные расчеты показывают, что расчетная опасная скорость ветра $u_м$ несколько больше вычисленной по формуле (7) и зависит от приведенного выше параметра f. При $f<1$ опасная скорость больше примерно на 10%, а при $1<f<6$ — примерно на 20%.

2.10. Максимальное значение концентрации $c_{мu}$ (в *мг/м*^{3}) вредных веществ в приземном слое воздуха при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u, отличающейся от $u_м$, определяется приближенно по формуле

$$c_{мu} = rc_м. \quad (8)$$

При этом безразмерная величина r находится по рис. 4 в зависимости от отношения $u/u_м$ (кривая r).

Расстояние от источника $x_{мu}$ (в *м*), на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация вредных веществ достигает максимального значения $c_{мu}$, определяется по формуле

$$x_{мu} = px_м. \quad (9)$$

Безразмерная величина p также находится по рис. 4 в зависимости от отношения $u/u_м$ (кривая p).

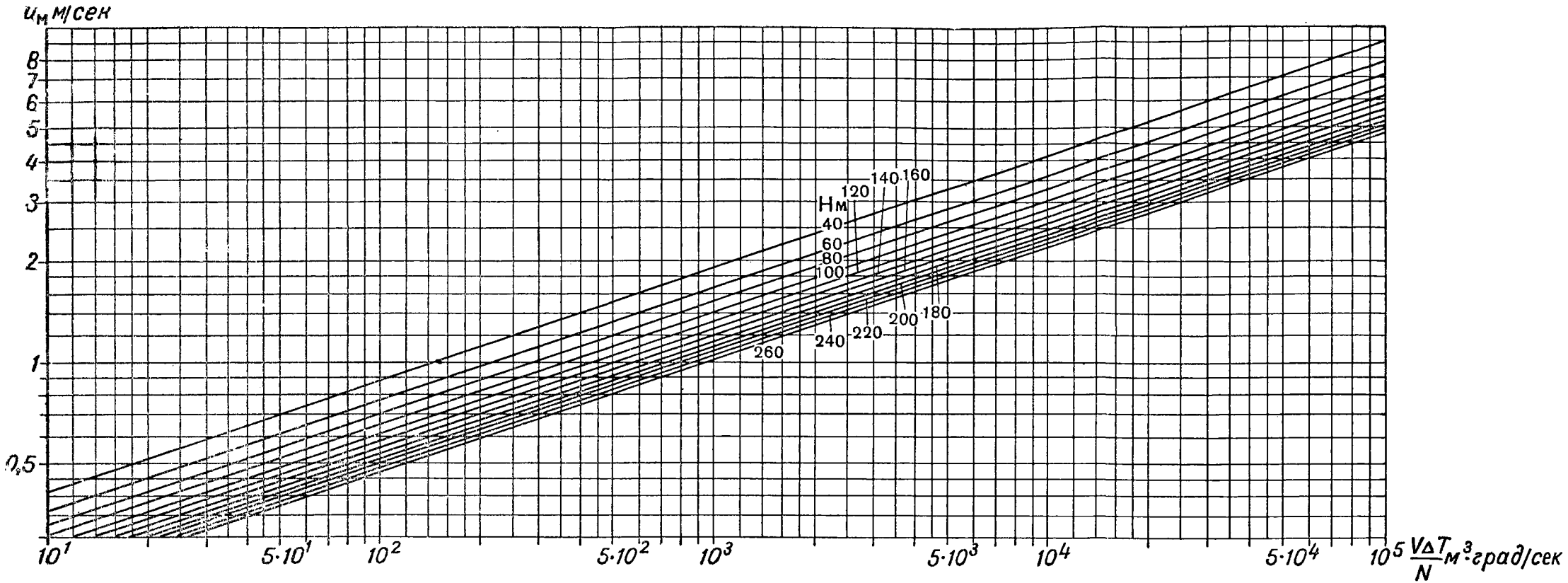

Рис. 3. Номограмма для определения опасной скорости ветра $u_м$.

Зак. № 536

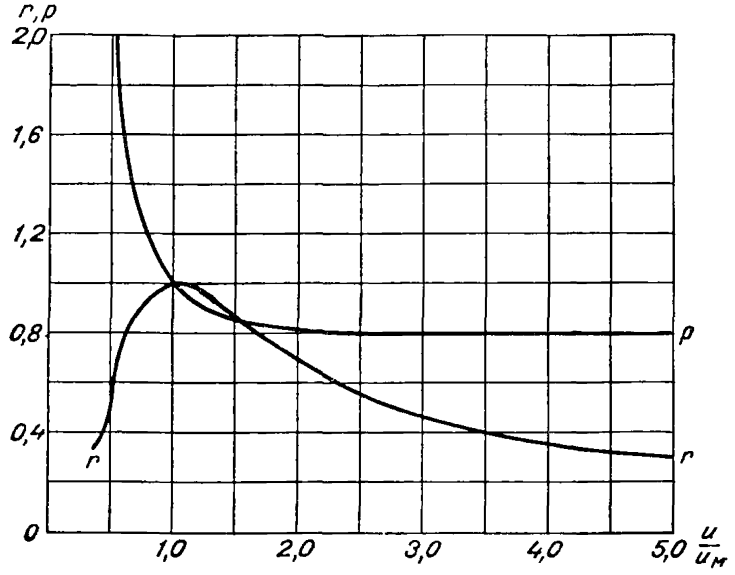

Рис. 4. График для определения вспомогательных величин r и p, используемых при расчете концентраций при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u, отличающейся от $u_м$.

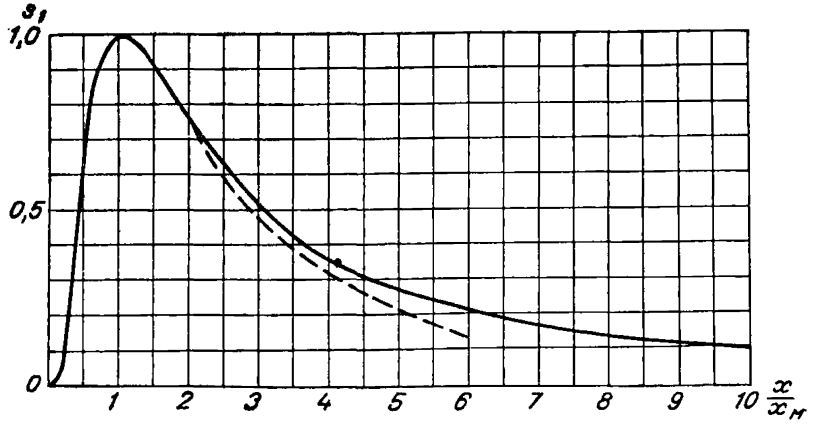

Рис. 5. График для определения вспомогательной величины s_1, используемой при расчете приземных концентраций на оси факела выброса на различных расстояниях от источника.

2.11. Распределение величин концентраций вредных веществ в атмосфере по оси факела выброса c (в *мг/м*^{3}) на различных расстояниях x (в *м*) от источника вычисляется по формуле

$$c = s_1 c_м, \tag{10}$$

причем безразмерная величина s_1 при опасной скорости ветра находится по величине отношения $x/x_м$ по графику, приведенному на рис. 5. Для газообразных вредных веществ величина s_1 принимается по сплошной кривой. Для пыли величина s_1 определяется также по сплошной кривой при расстояниях $x<2x_м$. При бóльших значениях x концентрации пыли уменьшаются быстрее, и величина s_1 в этом случае принимается по пунктирной кривой на том же рисунке.

Примечание. Аналогично определяются значения концентраций вредных веществ на различных расстояниях по направлению ветра и в случае других величин скорости ветра при неблагоприятных метеорологических условиях. При этом сначала по рис. 4 и по формуле (9) определяют значение $x_{м\,и}$. Затем, откладывая по горизонтальной оси рис. 5 $x/x_{м\,и}$ вместо $x/x_м$, находят величину s_1. Для получения величины концентрации c умножают $c_{м\,и}$ на s_1.

2.12. Величины концентраций вредных веществ в атмосфере (в *мг/м*^{3}) на расстоянии y (в *м*) от оси факела (отсчитываемом по перпендикуляру к направлению среднего ветра) определяются по формуле

$$c_y = s_2 c, \tag{11}$$

где c — концентрация примеси на оси факела выброса, определяемая по формуле (10). Безразмерная величина s_2 находится по рис. 6 в зависимости от отношения y/x.

2.13. Минимально допустимая высота выброса вредных веществ (высота трубы) H (в *м*), при которой обеспечивается значение $c_м$, равное ПДК, рассчитывается по формуле

$$H = \sqrt{\frac{AMFm}{\text{ПДК}\sqrt[3]{V\Delta T}}}. \tag{12}$$

Обозначения входящих в формулу величин описаны выше.

При этом в первом приближении принимается $m=1$. По найденной таким образом величине H определяется коэффициент m указанным выше способом (см. п. 2.7 настоящих Указаний). Полученное значение m подставляется в формулу (12) и выполняется уточненный расчет высоты трубы H.

Примечания:

1. Если имеется один источник выброса нескольких различных вредных веществ, то его высоту следует определять по наибольшему значению H, которое получается по формуле (12) для каждого вредного вещества в отдельности. В частности, если

$$FM_{SO_2} > FM_{п}, \tag{13}$$

величина H определяется по выбросу сернистого газа M_{SO_2}; а при

$$FM_{SO_2} < FM_{п} \tag{14}$$

величина H определяется по выбросу пыли $M_{п}$.

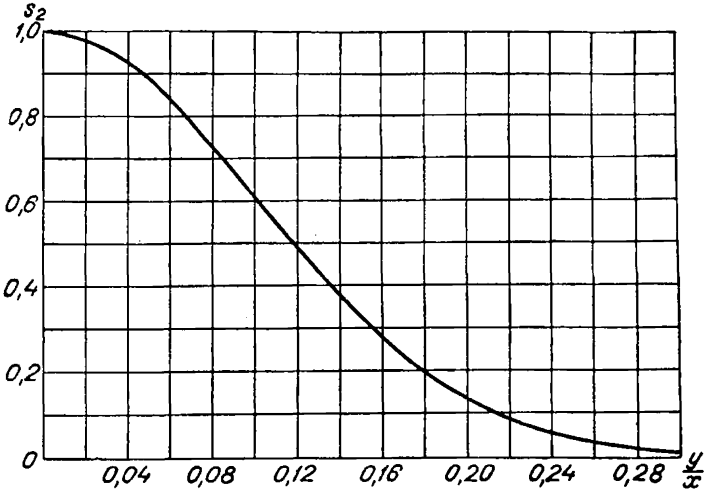

Рис. 6. График для определения вспомогательной величины s_2, используемой при расчете концентраций в точках, не лежащих на оси факела выброса.

2. Обеспечению чистоты производственной территории промышленных объектов и жилых районов, расположенных в непосредственной близости к ней, способствует выброс вредных веществ на высоте H, которая не менее чем в 2,5 раза превышает высоту прилегающих к ней зданий в радиусе 4—5H.

2.14. Предельно допустимый выброс (ПДВ) (в *г/сек*) вредных веществ в атмосферу, при котором обеспечивается не превышающая ПДК загрязненность приземного слоя воздуха, рассчитывается по формуле

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДК} \cdot H^2 \sqrt[3]{V\Delta T}}{AFm}. \tag{15}$$

При этом концентрация примесей в выбросах после очистных устройств не должна превышать величины

$$c_{мт} = \frac{ПДВ}{V} \tag{16}$$

или, учитывая формулу (15),

$$c_{мт} = \frac{ПДК \cdot H^2}{AFm} \sqrt[3]{\frac{\Delta T}{V^2}}. \tag{17}$$

2.15. В случае когда вредные вещества выбрасываются в атмосферу в результате сжигания топлива, предельно допустимый расход топлива (ПДТ) (в *т/час*) определяется по формуле

$$ПДТ = 3{,}6H^3 \sqrt{\left(\frac{ПДК}{d_1 AFm}\right)^3 d\Delta T}, \tag{18}$$

где d — количество газовоздушной смеси, выделяющейся на единицу веса топлива (в $м^3/кг$);

d_1 — количество выбрасываемой в атмосферу вредной примеси на единицу веса топлива (в *г/кг*).

3. Методика расчета рассеивания выбросов для группы источников

3.1. Для группы источников выброса, стоящих близко друг к другу (расстояние между крайними не превышает 3—4 средних высот источников над поверхностью земли), можно практически полагать, что источники находятся в одной точке — центре площадки, на которой они располагаются.

В случае когда один из источников выброса по мощности значительно больше других, можно считать, что источники находятся в одной точке, совмещенной с местом расположения этого источника.

3.2. Если выброс вредных веществ равномерно распределен по N источникам, которые расположены близко друг к другу и имеют одинаковые высоты и диаметр устья, то суммарное значение максимальной концентрации $c_м$ определяется по формуле

$$c_м = \frac{AMFm}{H^2} \sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}}, \tag{19}$$

где M — суммарное количество данного вредного вещества, выбрасываемое из всех источников (в *г/сек*);

V — суммарный объем выбрасываемой из всех источников газовоздушной смеси (в $м^3/сек.$).

Остальные обозначения приведены в разделе 2.

Объем газовоздушной смеси связан с числом источников выброса, диаметром их устья и средней скоростью выхода газовоздушной смеси следующим соотношением:

$$V = \frac{1}{4}\pi D^2 w_0 \cdot N. \tag{20}$$

Опасная скорость $u_м$ (в *м/сек*) в этом случае определяется приближенно по формуле

$$u_м \simeq 0{,}65\sqrt[3]{\frac{V\Delta T}{NH}}. \tag{21}$$

При наличии группы близко расположенных одинаковых источников выброса для упрощения расчетов $c_м$ и $u_м$ можно применить формулу (4) и номограммы, приведенные на рис. 1 и 3. При использовании этих номограмм для N одинаковых источников выброса единственное отличие от случая одиночного источника заключается в том, что на горизонтальной оси откладывается точка, соответствующая величине $V\Delta T/N$. В остальном методика расчета для N близко расположенных одинаковых источников выброса ничем не отличается от описанной в разделе 2 методики расчета рассеивания вредных веществ для одиночного источника выброса.

3.3. Если группа, состоящая из N источников, имеет различные высоты и параметры выброса, то сначала для каждого источника следует определить максимальные приземные концентрации для всех вредных веществ $c_м$ ($c_{м1}$; $c_{м2}$; $c_{м3}$; ... ; $c_{м(N-1)}$; $c_{мN}$) и опасные скорости ветра $u_м$ ($u_{м1}$; $u_{м2}$; $u_{м3}$; ... ; $u_{м(N-1)}$; $u_{мN}$).

Если по какому-либо вредному веществу сумма $c_м$ от всех источников окажется меньше ПДК, то дальнейшие расчеты рассеивания этого вредного вещества в атмосфере производить не нужно, так как в этом случае, очевидно, концентрации этого вещества нигде не будут превышать ПДК.

Для каждого вредного вещества, для которого сумма от всех N источников превышает ПДК, следует определить средневзвешенную опасную скорость ветра $u_{мс}$ (в *м/сек*) для N источников по формуле

$$u_{мс} = \frac{u_{м1}c_{м1} + u_{м2}c_{м2} + \ldots + u_{мN}c_{мN}}{c_{м1} + c_{м2} + \ldots + c_{мN}}. \tag{22}$$

Далее для каждого вредного вещества при скорости ветра $u = u_{мс}$ с помощью формул (8) и (9) и рис. 4 вычисляются значения $c_{мu}$ и $x_{мu}$ для каждого источника.

Примечание. Если по какому-либо вредному веществу сумма $c_{мu}$ для всех источников меньше ПДК, то дальнейшие расчеты производить не нужно, так как концентрация вредного вещества везде не будет превышать ПДК. В остальных случаях необходимо установить, что при $u=u_{мс}$ создаваемое всеми источниками поле суммарной концентрации $\bar{c}$ нигде не достигнет значений, превышающих ПДК.

3.4. Если среди N источников выброса имеется N_1 источников, которым по некоторым вредным веществам соответствуют малые значения $c_{мu}$, то можно упростить расчеты по этому веществу, несколько завысив оценку загрязнения воздуха от предприятия.

Для этого сначала следует определить сумму максимальных концентраций $c_{мu}$ для всех N_1 источников и определить разность между ПДК и этой суммой. Далее производится оценка максимальной суммарной концентрации для остальных $N—N_1$ источников, при этом она нигде не должна превышать вычисленной разности между ПДК и суммой $c_{мu}$.

3.5. Если источники с различными параметрами выброса расположены близко друг к другу и, согласно п. 3.1, могут быть сведены в одну точку, то расчет суммарного загрязнения для каждого вредного вещества производится следующим образом. Для каждого источника строятся кривые изменения концентрации c с расстоянием x при скорости ветра $u=u_{мс}$, рассчитанной по формуле (22). После этого все кривые наносятся на один график с общим началом координат. Для одинаковых расстояний x суммируются значения c от всех труб и находятся суммарные значения $\bar{c}$ в зависимости от расстояния x. Наибольшее значение $\bar{c}$ будет являться величиной максимальной концентрации данного вредного вещества для всех выбросов, а отсчитанное от начала координат расстояние, на котором достигается максимум суммарной концентрации, можно принять за $x_м$.

Примечание. Методика расчета суммарного загрязнения воздуха для случая, когда группа источников с различными параметрами выброса может быть сведена в одну точку, подробно рассмотрена в приложении 2 (пример 6).

3.6. В случае когда через основные источники выброса вредных веществ, нанесенные на плане (карте-схеме), можно в каком-либо направлении провести прямую так, чтобы расстояние от отдельных источников до данной прямой не превышало 1,5—2 средних высот источников выброса, при расчете они могут быть смещены на эту прямую. Далее, при скорости ветра $u=u_{мс}$, рассчитанной по формуле (22), для каждого источника вычисляются $c_{мu}$, $x_{мu}$ и кривые распределения c от x. Затем эти кривые для всех N источников наносятся на график с общей

координатной осью x. Начало каждой кривой совмещается с соответствующим источником, нанесенным с учетом масштаба последовательно на ось x.

Построение графика следует осуществлять для двух вариантов. В одном из них принимается, что ветер направлен с первого на N-й источник, а в другом — в противоположном направлении. Далее для различных расстояний осуществляется графическое сложение и вычисляются значения суммарной концентрации $\bar{c}$, наибольшее из них принимается за максимальную концентрацию $c_м$.

Примечания:

1. Указанным способом, в частности, следует производить расчет при наличии двух источников (или двух групп близлежащих источников), расположенных далеко друг от друга.

2. В качестве примера приведем расчет для случая двух источников, выбрасывающих в атмосферу сернистый газ. Высота первого источника $H=50$ *м*, $c_{м1}=0{,}30$ *мг/м*^{3}, $u_{м1}=3$ *м/сек*; у второго источника высота $H=120$ *м*, $c_{м2}=0{,}35$ *мг/м*^{3}, $u_{м2}=6$ *м/сек*. Расстояние между источниками 6 *км*.

Средневзвешенную опасную скорость ветра $u_{мс}$ следует вычислять в соответствии с формулой (22)

$$u_{мс}=\frac{3\cdot 0{,}30+6\cdot 0{,}35}{0{,}30+0{,}35}=4{,}6 \text{ м/сек}.$$

По формулам (8) и (9) и рис. 4 получим, что при $u=u_{мс}$ для первого источника $c_{ми_1}=0{,}26$ *мг/м*^{3}, $x_{ми_1}=900$ *м*, для второго источника $c_{ми_2}=0{,}32$ *мг/м*^{3}, $x_{ми_2}=3700$ *м*. Сумма $c_{ми}$ от обоих источников больше ПДК для сернистого газа (0,5 *мг/м*^{3}), поэтому необходимо произвести графическое сложение осевых концентраций (при $y=0$).

На рис. 7 иллюстрируется графическое сложение для двух вариантов, когда ветер направлен с первого источника на второй (*а*), и наоборот, — со второго источника на первый (*б*). Наибольшая концентрация наблюдается при ветре, направленном со второго источника на первый. При этом величина $c_м$ равняется 0,5 *мг/м*^{3}, а величина $x_м$, отсчитываемая от второго источника, — 7000 м.

3.7. В общем случае, когда все источники выбросов не могут быть сведены в одну точку или на одну общую прямую, расчеты надлежит производить следующим образом.

На плане (карте-схеме) района расположения источников загрязнения атмосферы проводится прямая линия таким образом, чтобы сумма $c_м$ от источников, расположенных от этой линии на расстояниях, не превышающих $(1{,}5\div 2)H$, была наибольшей. Эту линию следует принять за ось x.

В отдельных случаях достаточно осуществить графическое сложение величин концентраций вредных веществ от источников выбросов вдоль данной линии при предположении, что ветер направлен вдоль нее, при этом близлежащие источники сносятся

на эту линию; при учете влияния остальных источников выбросов нужно использовать формулу (11) и рис. 6.

В остальных случаях следует из каждого источника провести линии, соединяющие его с другими источниками. Далее последовательно принимается, что ветер дует вдоль этих линий и рассчитываются суммарные концентрации в точках, где достигаются максимальные концентрации вредных веществ от источников, расположенных на этих линиях.

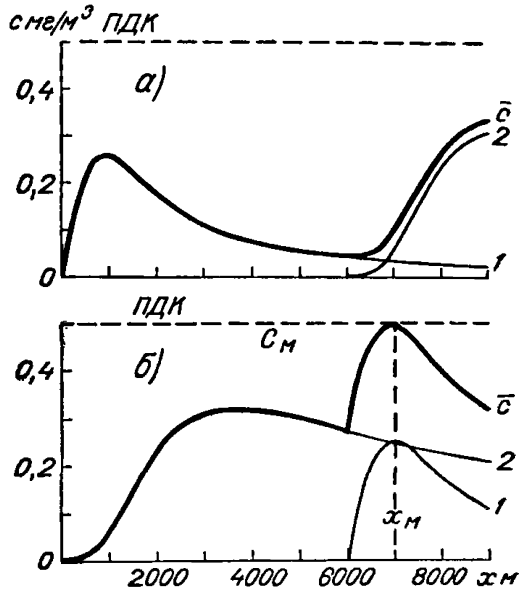

Рис. 7. Пример расчета максимальной приземной концентрации сернистого газа для двух источников, расположенных на одной прямой.

Примечание. Если объем необходимых расчетов велик и требуется бóльшая точность вычислений, целесообразно использовать электронные вычислительные машины. При этом следует также производить вычисление концентраций для координатной сетки точек. В случае когда имеется преобладающий источник выброса данной вредной примеси, начало координат совмещается с ним. Если несколько источников выбрасывают в атмосферу примерно одинаковое (сравнимое) количество примеси, то начало координат помещается примерно в центре их расположения. Затем определяются концентрации примеси в точках сетки от каждого из источников по изложенной выше методике с учетом изменения концентрации в поперечном к оси факела направлении. При этом расчеты следует производить последовательно для возможных направлений ветра по восьми румбам. Для каждого направления ветра в точках сетки производится суммирование концентраций от всех источников.

Из полученных величин суммарной концентрации $\overline{c}$ выбирается наибольшее значение, которое принимается за $c_м$, и отмечается точка, к которой относится эта концентрация.

4. Учет фоновой концентрации вредных веществ

4.1. При проектировании вновь строящихся промышленных предприятий и котельных с выбросами вредных веществ в районе, где атмосферный воздух уже загрязнен теми же вредными веществами от других промышленных объектов, а также при расширении промышленных предприятий и котельных следует учитывать начальные, или фоновые, концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе $c_ф$ (в *мг/м*^{3}).

Сумма максимальной и фоновой концентраций для каждого вредного вещества не должна превышать ПДК.

Примечание. Следует учитывать возможность совместного присутствия в воздухе сернистого газа и аэрозоля серной кислоты H_2SO_4. В этом случае должно выполняться условие

$$c_{м.\,SO_2} + c_{ф.\,SO_2} \leqslant ПДК_{SO_2}\left(1 - \frac{c_{ф.\,H_2SO_4}}{ПДК_{H_2SO_4}}\right), \qquad (23)$$

где $ПДК_{H_2SO_4} = 0{,}3$ *мг/м*^{3} — разовая ПДК для аэрозоля серной кислоты.

4.2. При наличии фоновых загрязнений атмосферы вредными веществами в формулах (12), (15), (17) и (18) вместо ПДК следует принимать значения ПДК — $c_ф$.

4.3. Формулы (13) и (14) при наличии фоновых загрязнений преобразуются к следующему виду:

при

$$\frac{FM_{SO_2}}{ПДК - c_{ф.\,SO_2}} > \frac{FM_п}{ПДК - c_{ф.\,п}} \qquad (24)$$

величина H определяется по выбросу сернистого газа M_{SO_2}, а при

$$\frac{FM_{SO_2}}{ПДК - c_{ф.\,SO_2}} < \frac{FM_п}{ПДК - c_{ф.\,п}} \qquad (25)$$

величина H определяется по выбросу пыли $M_п$.

Примечание. Учет фоновой концентрации вредных веществ в атмосфере иллюстрируется примерами 2 и 3 приложения 2.

4.4. Значение фонового загрязнения вредными веществами воздушного бассейна района предполагаемого строительства промышленного предприятия или другого объекта определяется по материалам Главного санитарно-эпидемиологического управления Министерства здравоохранения СССР и его органов на

основании экспериментальных измерений концентраций вредных веществ в воздухе.

Примечание. Экспериментальные измерения концентраций вредных веществ следует производить главным образом в пунктах, расположенных примерно на линии, соединяющей место размещения проектируемых объектов с центром расположения наиболее сильно загрязняющих атмосферу существующих источников загрязнений, когда ветер направлен вдоль этой линии.

4.5. При отсутствии у Главного санитарно-эпидемиологического управления Министерства здравоохранения СССР и его органов экспериментальных данных о фоновой концентрации вредных веществ в атмосфере ее следует учесть расчетным путем.

С этой целью нужно вычислить распределение суммарной концентрации вредных веществ от проектируемых и существующих источников по методике, изложенной в разделе 3 настоящих Указаний. Вычисленные концентрации необходимо уточнить по результатам наблюдений в местах, где загрязнение воздуха происходит также за счет неорганизованных выбросов, не учитываемых при расчетах.

4.6. При расчете рассеивания вредных веществ в атмосфере надо иметь в виду, что введение в строй нового промышленного объекта поднимает общий уровень загрязнения воздуха и вблизи ранее построенных промышленных предприятий концентрации вредных веществ в атмосфере могут превысить ПДК, чего ранее не наблюдалось. В связи с этим необходимо на основании расчетов оценить изменения максимальной концентрации вредных веществ в воздухе для других предприятий с учетом дополнительного загрязнения воздуха от строящегося промышленного объекта при направлении ветра на них со стороны последнего.

5. Рекомендации по защите воздушного бассейна при эксплуатации промышленных предприятий и котельных

В целях поддержания необходимой чистоты воздушного бассейна при эксплуатации промышленных предприятий и котельных следует в пояснительных записках к проектам строительства или реконструкции этих объектов указывать комплекс мероприятий, при выполнении которого в период эксплуатации обеспечиваются установленные при расчетах условия рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах этих промышленных предприятий и котельных.

5.1. При эксплуатации промышленных предприятий и котельных необходимо, чтобы выбросы в атмосферу вредных веществ от отдельных источников не превышали предельно допустимых выбросов (ПДВ).

Концентрации вредных веществ в выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси не должны превышать значений $c_{мт}$, определенных по приведенным выше формулам (см. пп. 2.14 и 4.2 настоящих Указаний).

Рекомендуется предусматривать установку на крупных источниках выброса вредных веществ приборов для регистрации концентраций этих веществ после очистных устройств.

5.2. При особо неблагоприятных метеорологических условиях, в частности, когда над трубами располагается мощная приподнятая температурная инверсия толщиной в несколько сотен метров со средними градиентами температур 3—4° С на 100 *м* в этом слое и ветер направлен от источников выброса на жилые массивы, причем в приземном слое наблюдается сильное и возрастающее загрязнение воздуха вредными веществами (с концентрациями вредных веществ, бóльшими предельно допустимых) по требованию органов Главного санитарно-эпидемиологического управления Министерства здравоохранения СССР должна по возможности снижаться на промышленных предприятиях и других объектах интенсивность выброса вредных веществ в атмосферу.

5.3. При неблагоприятных метеорологических условиях на промышленных предприятиях и других объектах должен осуществляться контроль за максимальным использованием очистных устройств на основных источниках загрязнения атмосферы, должны использоваться резервное топливо и сырье с наименьшими сернистостью и зольностью, прекращаться разовые выбросы вредных веществ и осуществляться другие мероприятия, снижающие выбросы вредных веществ в атмосферу.

5.4. Для каждого промышленного района, для крупных промышленных предприятий и котельных должны быть разработаны планы снижения выбросов вредных веществ в атмосферу и контроля над ними при неблагоприятных метеорологических условиях, основывающиеся на систематическом сборе данных о параметрах выброса вредных веществ, а также совместном анализе метеорологических данных и данных о загрязнении атмосферы.

6. Определение границ санитарно-защитной зоны

6.1. В соответствии с «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий» (СН 245-63) промышленные предприятия (объекты) надлежит отделять от жилых районов санитарно-защитными зонами (разрывами).

Протяженность санитарно-защитной зоны l_0 (в *м*) для различных классов предприятий и объектов установлена для случая,

когда отсутствует резкое преобладание ветров определенных направлений.

6.2. В случае существенного отличия среднегодовой розы ветров от круговой, т. е. при повторяемости ветров p некоторых направлений (при восьмирумбовой розе ветров), существенно большей среднего значения $p_0 \left(p_0 = \frac{100\%}{8} = 12{,}5\%\right)$, протяженность санитарно-защитной зоны должна корректироваться с учетом особенностей ветрового режима района расположения объекта.

Для этих направлений ветра протяженность разрыва l (в *м*) от промышленного объекта (источника загрязнения атмосферы) до внешней границы санитарно-защитной зоны определяется по формуле

$$l = l_0 \frac{p}{p_0}. \qquad (26)$$

В направлениях, для которых повторяемость ветра $p < p_0$, нужно принимать $l = l_0$.

6.3. В случае когда по расчетам в соответствии с изложенной в настоящих Указаниях методикой максимальная концентрация вредных веществ в атмосфере оказывается больше ПДК и рассчитанное расстояние L_0 (в *м*), до которого концентрация больше ПДК, превышает l_0, расстояние от промышленного объекта (источника загрязнения атмосферы) до внешней границы санитарно-защитной зоны следует увеличить.

При повторяемости ветра p, большей p_0, величина l определяется по формуле

$$l = L_0 \frac{p}{p_0}. \qquad (27)$$

В направлениях, для которых повторяемость ветра $p < p_0$, следует принимать $l = L_0$.

Примечание. Расчет протяженности санитарно-защитной зоны иллюстрируется примером 6 приложения 2.

7. Оформление результатов расчета рассеивания в атмосфере вредных веществ

7.1. При оформлении результатов расчета рассеивания в атмосфере вредных веществ к проектам промышленных предприятий (объектов) и котельных со значительными выбросами вредных веществ в атмосферу должна прилагаться записка со следующими материалами:

а) План (карта-схема) района строительства радиусом не менее 100 максимальных высот труб от проектируемого объекта, на котором должны быть нанесены с генеральных планов предприятий основные источники вредных выбросов в атмосферу как на данном проектируемом объекте с учетом его возможной реконструкции и расширения, так и на других существующих или проектируемых в данном районе предприятиях.

На карте-схеме наносятся также населенные пункты, районы перспективной жилищной застройки, больницы, санатории, метеорологические станции, а также реки, водоемы, леса, сельскохозяйственные угодья и др., проводятся изолинии одинаковых высот через 20 *м*.

б) Таблицы, содержащие для каждого источника загрязнения воздуха (желательно перенумеровать источники) следующие данные:

количество M (в *г/сек*) выбрасываемых примесей, их химический состав (по возможности приводятся сведения о дисперсном составе пыли после очистных устройств);

высота H и диаметр устья источника выброса D (в *м*), объем V (в $м^3/сек$) выбрасываемой газовоздушной смеси;

коэффициент полезного действия очистных устройств по проектным и эксплуатационным данным.

в) Для каждого существующего и проектируемого промышленного предприятия (объекта) указывается характер вредности согласно «Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий» (СН 245-63) и приводятся сведения о неорганизованных выбросах.

г) Таблица среднегодовой повторяемости ветров для восьми основных румбов, средние и средние максимальные температуры воздуха на уровне метеобудки для самого теплого месяца на основании климатических справочников и главы СНиП II—А.6-62 «Строительная климатология и геофизика. Основные положения проектирования».

Для района строительства предприятия (объекта) рекомендуется также привести сведения для каждого месяца о средней повторяемости различных градаций скорости ветра, штилей, туманов, приземных и приподнятых (на высотах 100—300 *м*) инверсий температуры. При отсутствии необходимых данных в главе СНиП II—А.6-62 и в климатических справочниках они могут быть получены от управлений гидрометеорологической службы.

Указываются метеостанции, по данным которых дана характеристика климатического и метеорологического режима района. Эти метеостанции должны быть нанесены на карте-схеме или отдельной карте.

д) Справка местной санитарно-эпидемиологической станции о фоновых концентрациях по всем ингредиентам вредных примесей, о концентрациях их под факелом основных предприятий (в радиусе 100 высот источника), токсичности выбрасываемых вредных веществ и установленных для них ПДК. Санитарно-эпидемиологическая служба также подтверждает, что при расчетах учтены все основные источники загрязнения атмосферы.

е) Варианты расчета распределения приземных концентраций вредных веществ при различном выборе параметров, характеризующих мощность предприятия (объекта), степень очистки выбросов, размещение, высоту и диаметр устья выбросов, скорость выхода, перегрев газовоздушной смеси и т. д.

Из этих вариантов выбирается наиболее эффективный и экономически оправданный.

При разработке мероприятий по обеспечению чистоты атмосферного воздуха необходимо учитывать стоимость строительства коммуникаций, воздухозаборов, вентиляционных устройств, организации санитарно-защитной зоны и т. д.

ж) Таблицы и графики расчета распределения концентраций вредных примесей вокруг предприятия (объекта) и санитарно-защитной зоны, определенные в соответствии с данными Указаниями по форме приведенных ниже (в приложении 2) примеров.

7.2. Примеры расчетов рассеивания в атмосферном воздухе вредных веществ и санитарно-защитной зоны приведены в приложении 2.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПЕРЕЧЕНЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОБЪЕКТОВ, НА КОТОРЫЕ РАСПРОСТРАНЯЮТСЯ НАСТОЯЩИЕ УКАЗАНИЯ

1. Агломерационные фабрики черной металлургии
2. Фабрики производства обожженных окатышей черной металлургии
3. Агломерационные фабрики цветной металлургии
4. Конверторные цехи
5. Доменное производство
6. Мартеновские цехи
7. Электросталеплавильные цехи
8. Производство серной кислоты контактным способом
9. Производство элементарной серы
10. Нефтеперерабатывающие заводы (сжигание мазута на установках каталитического риформинга, термического и каталитического крекинга, гидроочистки, АТ и АВТ, разделения и изомеризации ксилола, очистки масел)
11. Котельные

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА РАССЕИВАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ

Пример 1

Расчет загрязнения атмосферы сернистым газом и пылью в районе агломерационной фабрики предприятия черной металлургии. Место строительства — Урал.

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
	А. Расчет количества сернистого газа и пыли, объема и скорости выхода газовоздушной смеси, выбрасываемых в атмосферу		
1	Площадь одной аглоленты — F_1	$м^2$	200
2	Количество аглолент — n	—	2
3	Вид шихты — сульфитная руда	—	—
4	Топливо, используемое для зажигания шихты — коксодоменный газ	—	—
5	Максимальное содержание серы в шихте — $S^ш$	%	0,8
6	Коэффициент дисульфации шихты — $\eta^ш$	—	0,95
7	Содержание сероводорода в коксовом газе — $(H_2S)^к$	$г/нм^3$	5
8	Содержание серы в доменном газе — $S^д$	$г/нм^3$	0,5
9	Количество перерабатываемой шихты — $G^р$	$т/сутки$	$1{,}1 \cdot 10^4$
10	Расход коксового газа на зажигание одной тонны шихты — $G^1_{з.к}$	$нм^3/т$	5
	Расход доменного газа на зажигание одной тонны шихты — $G^1_{з.д}$	$нм^3/т$	40
11	Расход коксового газа на зажигание шихты — $G_{з.к}$ $G_{з.к} = \frac{G^1_{з.к} G^р}{24} = \frac{5 \cdot 1{,}1 \cdot 10^4}{24}$	$нм^3/час$	2300
	Расход доменного газа на зажигание шихты — $G_{з.д}$ $G_{з.д} = \frac{G^1_{з.д} \cdot G^р}{24} = \frac{40 \cdot 1{,}1 \cdot 10^4}{24}$	$нм^3/час$	18 900
12	Концентрация пыли в газах, отходящих от агломашин (до очистки), — g	$г/м^3$	3
13	Тип пылеулавливающей установки — батарейные циклоны, сероочистка отсутствует	—	—
14	Эксплуатационное значение к. п. д. пылеулавливающей установки — $\eta_п$	%	90
15	Температура газовоздушной смеси на выходе из трубы — $T_г$	°С	150
16	Температура окружающего воздуха — $T_в$	°С	30

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
17	Количество труб (из расчета одна труба на две аглоленты площадью 200 $м^2$) — N	—	1
18	Диаметр устья трубы — D	$м$	6
19	Объем газовоздушной смеси, выбрасываемой в атмосферу от одной аглоленты, — L[1]	$м^3/мин$	9000
20	Суммарный объем газовоздушной смеси, выбрасываемой в атмосферу, — V $$V = \frac{Ln}{60} = \frac{9000 \cdot 2}{60}$$	$м^3/сек$	300
21	Суммарный выброс пыли — $M_п$ $$M_п = gV\left(1 - \frac{\eta_п}{100}\right) = 2 \cdot 300\left(1 - \frac{90}{100}\right)$$	$г/сек$	60
22	Выброс сернистого газа в атмосферу за счет выгорания серы в шихте — $M^ш_{SO_2}$ $$M^ш_{SO_2} = G^р \frac{10^6}{86\,400} \frac{S^ш}{100} \frac{\mu_{SO_2}\eta^ш}{\mu_S} =$$ $$= 0{,}232 G^р S^ш \eta^ш = 0{,}232 \cdot 1{,}1 \cdot 10^4 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}95$$ $\mu_{SO_2} = 64$ — молекулярный вес сернистого газа $\mu_S = 32$ — молекулярный вес серы	$г/сек$	1950
23	Выброс сернистого ангидрида за счет сгорания коксового газа — $M^к_{SO_2}$ $$M^к_{SO_2} = \frac{G_{з.к}}{3\,600} (H_2S)^к \frac{\mu_{SO_2}}{\mu_{H_2S}} =$$ $$= 0{,}00052 G_{з.к} (H_2S)^к = 0{,}00052 \cdot 2300 \cdot 5$$ μ_{H_2S} — молекулярный вес сероводорода	$г/сек$	6
24	Выброс сернистого ангидрида за счет сгорания доменного газа — $M^д_{SO_2}$ $$M^д_{SO_2} = \frac{G_{з.д} S^д}{3600} \frac{\mu_{SO_2}}{\mu_S} =$$ $$= 0{,}00056 G_{з.д} S^д = 0{,}00056 \cdot 18\,900 \cdot 0{,}5$$	$г/сек$	5

[1] Находится по таблицам в зависимости от F_1. Для $T_г = 120 \div 160°$ С используется следующая таблица:

F_1 $м^2$	50	75	200	250/312
L $м^3/мин$	3500	6500	9000	12 000

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
25	Суммарный выброс сернистого газа в атмосферу — M_{SO_2} $M_{SO_2} = M^{ш}_{SO_2} + M^{к}_{SO_2} + M^{д}_{SO_2} =$ $= 1\,950 + 6 + 5$	*г/сек*	1960
26	Коэффициент, учитывающий влияние скорости оседания примеси в атмосфере, для		
	сернистого газа — F	—	1
	пыли — F	—	2
27	Скорость выхода газовоздушной смеси из трубы — w_0 $w_0 = \frac{4V}{\pi D^2 N} = \frac{4 \cdot 300}{\pi \cdot 6^2 \cdot 1}$	*м/сек*	11
	Б. Расчет высоты трубы агломерационной фабрики		
1	Фоновая концентрация сернистого газа — $C_{ф.\,SO_2}$	*мг/м³*	0
	Фоновая концентрация пыли — $C_{ф.\,п}$	*мг/м³*	0
2	Коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, — A	*сек$^{2/3}$ × × град$^{1/3}$*	160
3	$FM_{SO_2} > FM_{п}$ $1 \cdot 1960 > 2 \cdot 60$	*г/сек*	1960>120
	Поэтому высота трубы определяется по выбросу сернистого газа		
4	Разность температур выбрасываемой газовоздушной смеси и окружающего воздуха — ΔT $\Delta T = T_г - T_в = 150 - 30$	*град*	120
5	Первое приближение для минимальной высоты трубы (при $m=1$) — H $H = \sqrt{\frac{AM_{SO_2}Fm}{ПДК}} \sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}} =$ $= \sqrt{\frac{160 \cdot 1960 \cdot 1 \cdot 1}{0{,}5}} \sqrt[3]{\frac{1}{300 \cdot 120}}$	*м*	138
6	Первое приближение для параметра — f $f = 10^3 \frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T} = \frac{10^3 \cdot 11^2 \cdot 6}{138^2 \cdot 120}$	*м/сек² град*	0,32

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
7	Первое приближение для коэффициента, учитывающего условия выхода газовоздушной смеси из трубы, — m	—	1,05
8	Предварительное значение высоты трубы — H $H = \sqrt{\frac{AM_{SO_2}Fm}{\text{ПДК}}\sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}}} =$ $= \sqrt{\frac{160 \cdot 1960 \cdot 1 \cdot 1}{0{,}5}\sqrt[3]{\frac{1}{300 \cdot 120}}}$	$м$	138
9	Ближайший больший размер высоты стандартных труб — H	$м$	150
10	Параметр — f $f = 10^3 \frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T} = \frac{10^3 \cdot 11^2 \cdot 6}{150^2 \cdot 120}$ ($f<6$, это позволяет использовать настоящие Указания)	$м/сек^2\,град$	0,27
11	Безразмерный коэффициент, учитывающий условия выхода газовоздушной смеси из трубы, — m	—	1,05
12	Максимальная концентрация сернистого газа вблизи подстилающей поверхности — $c_{м.\,SO}$ $c_{м.\,SO_2} = \frac{AM_{SO_2}Fm}{H^2}\sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}} =$ $= \frac{160 \cdot 1960 \cdot 1 \cdot 1{,}05}{150^2}\sqrt[3]{\frac{1}{300 \cdot 120}}$	$мг/м^3$	0,44
13	Максимальная концентрация пыли вблизи подстилающей поверхности — $c_{м.\,п}$ $c_{м.\,п} = \frac{AM_{п}Fm}{H^2}\sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}} =$ $= \frac{160 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 1{,}05}{150^2}\sqrt[3]{\frac{1}{300 \cdot 120}}$	$мг/м^3$	0,03
14	Расстояние, на котором достигается максимальная концентрация вредных выбросов, — $x_м$ $x_м = 20H = 20 \cdot 150$	$м$	3000

Пример 2

Расчет загрязнения атмосферы сернистым газом и пылью, выбрасываемыми цехом конверторов. Место строительства — Средняя Азия.

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
	А. Расчет количеств сернистого газа и пыли, объема и скорости выхода газовоздушной смеси, выбрасываемых в атмосферу		
1	Количество конверторов в цехе	—	5
2	Емкость одного конвертора	*т*	100
3	Количество конверторов, одновременно работающих. В том числе	—	3
	в период продувки чугуна кислородом — n_1	—	2
	в период подтопки — n_2	—	1
4	Продолжительность одной плавки	*мин*	45
5	Содержание серы в чугуне:		
	до продувки	%	0,06
	после продувки	%	0,042
6	Количество выплавляемого одним конвертором (в пересчете на 1 *час*) чугуна — G_1 $G_1 = \frac{100 \cdot 60}{45}$	*т/час*	133
7	Продолжительность периода подтопки конвертора коксодоменным газом	*мин*	21
8	Содержание сероводорода в коксовом газе — $(H_2S)^к$	*г/нм*^{3}	5
9	Содержание серы в доменном газе — $S^д$	*г/нм*^{3}	0,5
10	Количество коксодоменного газа, сжигаемого в одном конверторе за период подтопки. В том числе	*нм*^{3}	5 600
	коксового газа	*нм*^{3}	1 400
	доменного газа	*нм*^{3}	4 200
11	Концентрация пыли в газовоздушной смеси в период продувки (до очистки) — g	*г/м*^{3}	30
	В период подтопки пыль в атмосферу не выбрасывается		

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
12	Тип пылеулавливающей установки — турбулентный промыватель. Сероочистка отсутствует	—	—
13	Эксплуатационное значение к. п. д. пылеулавливающей установки — $\eta_п$	%	98
14	Температура газовоздушной смеси, выбрасываемой в атмосферу, — $T_г$	°С	80
15	Температура окружающего воздуха — $T_в$	°С	40
16	Количество источников выброса вредных веществ на один конвертор — N_1	—	1
17	Диаметр устья источника выброса вредных веществ — D	*м*	2
18	Производительность вентиляционных устройств, действующих на конверторе (в периоды продувки и подтопки)	*нм³/час*	100 000
19	Объем газовоздушной смеси, выбрасываемой в атмосферу при продувке и подтопке одним конвертором, — V_1 $$V_1 = \frac{100\,000}{3600}\left(\frac{80}{273}+1\right)$$	*м³/сек*	36
20	Выброс пыли в атмосферу одним конвертором в период продувки — $M_п^{пр}$ $$M_п^{пр} = g\left(1-\frac{\eta_п}{100}\right)V_1 = 30\left(1-\frac{98}{100}\right)36$$	*г/сек*	22
21	Количество сернистого газа, выбрасываемого одним конвертором в период продувки, — $M_{SO_2}^{пр}$ $$M_{SO_2}^{пр} = \frac{100\cdot 10^6}{45\cdot 60}\,\frac{(0{,}06-0{,}042)}{100}\,\frac{64}{32}$$	*г/сек*	13
22	Количество сернистого газа, выбрасываемого в атмосферу одним конвертором в период подтопки и образующегося при сгорании коксодоменного газа, — $M_{SO_2}^{пд}$ $$M_{SO_2}^{пд} = \frac{1400\cdot 5}{21\cdot 60}\,\frac{64}{34}+\frac{4200\cdot 0{,}5\cdot 64}{21\cdot 60\cdot 32} = 10+3$$	*г/сек*	13
23	Коэффициент, учитывающий влияние скорости оседания примеси в атмосфере, для		
	сернистого газа — F	—	1
	пыли — F	—	2

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
24	Скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса — w_0		
	$w_0 = \frac{4V_1}{\pi D^2 N_1} = \frac{4 \cdot 36}{3{,}14 \cdot 2^2 \cdot 1}$	*м/сек*	11
25	Наименьшее расстояние между крайними из трех действующих конверторов — x_0	*м*	200
	Поэтому при расчетах для $H > 50 \div 70$ *м* можно свести все источники в одну точку		
26	Объем выбрасываемой в атмосферу конвертором газовоздушной смеси V_1 одинаков в период продувки и подтопки		
	Поэтому при расчетах следует принять		
	$\frac{V}{N} = V_1$	*м³/сек*	36
27	Суммарный выброс сернистого газа в атмосферу всеми конверторами — M_{SO_2}		
	$M_{SO_2} = M^{пр}_{SO_2} n_1 + M^{пд}_{SO_2} n_2 = 13 \cdot 2 + 13 \cdot 1$	*г/сек*	39
28	Суммарный выброс пыли в атмосферу всеми конверторами — $M_п$		
	$M_п = M^{пр} n_1 = 22 \cdot 2$	*г/сек*	44
	Б. Расчет высоты источников выбросов конверторного цеха		
1	Фоновая концентрация сернистого газа — $c_{ф.\,SO_2}$	*мг/м³*	0,2
	Фоновая концентрация пыли — $c_{ф.\,п}$	*мг/м³*	0,3
2	Коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, — A	*сек$^{2/3}$ × × град$^{1/3}$*	200
3	$\frac{FM_{SO_2}}{ПДК_{SO_2} - c_{ф.\,SO_2}} < \frac{FM_п}{ПДК_п - c_{ф.\,п}}$		
	$\frac{1 \cdot 39}{0{,}5 - 0{,}2} < \frac{2 \cdot 44}{0{,}5 - 0{,}3}$	*мг/м³*	130<440
	Поэтому высота источника выброса определяется по выбросу пыли		
4	Разность температур газовоздушной смеси и окружающего воздуха — ΔT		
	$\Delta T = T_г - T_в = 80 - 40$	°C	40

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
5	Первое приближение для минимальной высоты источника выбросов (при $m=1$) $$H = \sqrt{\frac{AM_{\text{п}}Fm}{(\text{ПДК}_{\text{п}} - c_{\text{ф. п}})}\sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}}} = \sqrt{\frac{200 \cdot 44 \cdot 2 \cdot 1}{(0{,}5 - 0{,}3)}\sqrt[3]{\frac{1}{36 \cdot 40}}}$$	*м*	88
6	Первое приближение для параметра — f $$f = 10^3 \frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T} = \frac{10^3 \cdot 11^2 \cdot 2}{88^2 \cdot 40}$$	*м/сек²* × × *град*	0,80
7	Первое приближение для коэффициента, учитывающего условия выхода газовоздушной смеси из устья источника, — m	—	0,95
8	Предварительное значение для высоты источников выброса — H $$H = \sqrt{\frac{AM_{\text{п}}Fm}{(\text{ПДК}_{\text{п}} - c_{\text{ф. п}})}\sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}}} = \sqrt{\frac{200 \cdot 44 \cdot 2 \cdot 0{,}95}{(0{,}5 - 0{,}3)}\sqrt[3]{\frac{1}{36 \cdot 40}}}$$	*м*	86
9	Ближайший больший стандартный размер высоты источника выброса на мартенах — H	*м*	100
10	Параметр — f $$f = 10^3 \frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T} = \frac{10^3 \cdot 11^2 \cdot 2}{100^2 \cdot 40}$$ ($f<6$, это позволяет использовать настоящие Указания)	*м/сек²* × × *град*	0,6
11	Коэффициент, учитывающий условия выхода газовоздушной смеси из устья источника, — m	—	0,95
12	Максимальная концентрация пыли вблизи подстилающей поверхности, обусловленная выбросами конверторного цеха, — $c_{\text{м. п}}$ $$c_{\text{м. п}} = \frac{AM_{\text{п}}Fm}{H^2}\sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}} = \frac{200 \cdot 44 \cdot 2 \cdot 0{,}95}{100^2}\sqrt[3]{\frac{1}{36 \cdot 40}}$$	*мг/м³*	0,15

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
13	Максимальная концентрация сернистого газа вблизи подстилающей поверхности, обусловленная выбросами конверторного цеха — $c_{м.\,SO_2}$ $c_{м.\,SO_2} = \frac{AM_{SO_2}Fm}{H^2}\sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}} =$ $= \frac{200 \cdot 39 \cdot 1 \cdot 0{,}95}{100^2}\sqrt[3]{\frac{1}{36 \cdot 40}}$	*мг/м*³	0,07
14	Расстояние, на котором достигается максимальная концентрация вредных выбросов, — $x_м$ $x_м = 20H = 20 \cdot 100$	*м*	2000
15	$c_{ф.\,п} + c_{м.\,п} = 0{,}30 + 0{,}15$	*мг/м*³	0,45
	$c_{ф.\,SO_2} + c_{м.\,SO_2} = 0{,}20 + 0{,}07$		0,27
	Расчеты показывают, что в районе строительства концентрации пыли и сернистого газа не будут превышать ПДК		

Пример 3

Расчет загрязнения атмосферы сернистым газом, выбрасываемым из труб цеха серной кислоты агломерационной фабрики. Место строительства — Урал.

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
	А. Расчет количества сернистого газа, объема и скорости выхода газовоздушной смеси, выбрасываемых в атмосферу		
1	Количество серной кислоты, производимой в цеху	*т/год*	$3 \cdot 10^5$
2	Количество блоков	—	1
3	Серная кислота получается из сернистого газа, выделяющегося при обжиге кристаллов сульфита магния $MgSO_3$ Сульфит магния образуется на агломерационной фабрике при использовании метода магниевой очистки ее выбросов от сернистого газа		

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
	Количество перерабатываемого сульфита магния (из расчета 300 рабочих суток в году) — B	*т/час*	106
4	Содержание серы в сырье — S^p	%	19
5	Остаточное содержание серы в сырье, подвергнутом обжигу (при обжиге используется природный газ, не содержащий серы), — S_0^p	%	0,1
6	Содержание сернистого ангидрида в газах после обжига сырья — V'_{SO_2} $V'_{SO_2} = B\frac{\left(S^p - S_0^p\right)}{100}\frac{22{,}4 \cdot 10^3}{\mu_S} =$ $= 7B\left(S^p - S_0^p\right) = 7 \cdot 106\,(19 - 0{,}1),$ где μ_S — молекулярный вес серы	*нм³/час*	14 100
7	Потери сернистого газа, поступающие в трубу (в процентах от общего объема сернистого ангидрида, образующегося при обжиге сырья):		
	а) на аппаратах контактирования	%	2
	б) другие технологические утечки	%	3
	в) суммарные потери — η'	%	5
8	Количество сернистого газа, выбрасываемого в атмосферу, — M_{SO_2} $M_{SO_2} = \frac{\eta'}{100}V'_{SO_2}\frac{\mu_{SO_2}}{22{,}4}\frac{10^3}{3\,600} =$ $= 0{,}00795\eta' V'_{SO_2} = 0{,}00795 \cdot 5 \cdot 14\,100,$ где μ_{SO_2} — молекулярный вес сернистого газа	*г/сек*	560
9	Температура газовоздушной смеси на выходе из трубы — $T_г$	°С	60
10	Температура окружающего воздуха — $T_в$	°С	30
11	Количество газовоздушной смеси в печном отделении (на одну тонну продукции), проходящей через технологические установки и выбрасываемой в трубу, — $V_г$	*нм³/т*	505

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
12	Суммарное количество газовоздушной смеси, выбрасываемой в трубу, — V $V = \frac{V_г \cdot B}{3600}\left(\frac{T_г}{273}+1\right) =$ $= \frac{505 \cdot 106}{3600}\left(\frac{60}{273}+1\right)$	$м^3/сек$	18
13	Коэффициент, учитывающий влияние скорости оседания примеси в атмосфере, — F	—	1
14	Количество труб — N	—	1
15	Диаметр устья трубы — D	$м$	2
16	Скорость выхода газовоздушной смеси из устья трубы — w_0 $w_0 = \frac{4V}{\pi D^2 N} = \frac{4 \cdot 18}{3{,}14 \cdot 2^2 \cdot 1}$	$м/сек$	6
	Б. Расчет высоты трубы цеха серной кислоты агломерационной фабрики		
1	Фоновая концентрация сернистого газа — $c_{ф.\,SO_2}$	$мг/м^3$	0,1
2	Коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, — A	$сек^{2/3} \times \times град^{1/3}$	160
3	Разность температур газовоздушной смеси и воздуха — ΔT $\Delta T = T_г - T_в = 60 - 30$	°C	30
4	Первое приближение для минимальной высоты трубы (при $m=1$) — H $H = \sqrt{\frac{AM_{SO_2}Fm}{(ПДК_{SO_2} - c_{ф.\,SO_2})}\sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}}} =$ $= \sqrt{\frac{160 \cdot 560 \cdot 1 \cdot 1}{(0{,}5 - 0{,}1)}\sqrt[3]{\frac{1}{18 \cdot 30}}}$	$м$	166
5	Первое приближение для параметра — f $f = 10^3 \frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T} = \frac{10^3 \cdot 6^2 \cdot 2}{166^2 \cdot 30}$	$м/сек^2 \times \times град$	0,09
6	Первое приближение для коэффициента, учитывающего условия выхода газовоздушной смеси из устья трубы, — m	—	1,1

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
7	Предварительное значение высоты трубы — H $H = \sqrt{\frac{AM_{SO_2}Fm}{(ПДК_{SO_2} - c_{ф.\,SO_2})}} \sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}} =$ $= \sqrt{\frac{160 \cdot 560 \cdot 1 \cdot 1{,}1}{(0{,}5 - 0{,}1)}} \sqrt[3]{\frac{1}{18 \cdot 30}}$	*м*	174
8	Ближайший больший размер стандартных труб — H	*м*	180
9	Параметр — f $f = 10^3 \frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T} = \frac{10^3 \cdot 6^2 \cdot 2}{180^2 \cdot 30}$ ($f < 6$, это позволяет использовать настоящие Указания)	*м/сек²* × × *град*	0,07
10	Коэффициент, учитывающий условия выхода газовоздушной смеси из трубы, — m	—	1,1
11	Максимальная концентрация сернистого газа вблизи подстилающей поверхности — $c_{м.\,SO_2}$ $c_{м.\,SO_2} \frac{AM_{SO_2}Fm}{H^2} \sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}} =$ $= \frac{160 \cdot 560 \cdot 1 \cdot 1{,}1}{180^2} \sqrt[3]{\frac{1}{18 \cdot 30}}$	*мг/м³*	0,37
12	$c_{ф.\,SO_2} + c_{м.\,SO_2} = 0{,}10 + 0{,}37$ Расчеты показывают, что в районе строительства концентрации сернистого газа не будут превышать ПДК	*мг/м³*	0,47
13	Расстояние, на котором достигается максимальная концентрация сернистого газа, — $x_м$ $x_м = 20H = 20 \cdot 180$	*м*	3600

Пример 4

Расчет количества сернистого ангидрида, объема и скорости выхода дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу при сжигании мазута на установках нефтеперерабатывающего завода.

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
1	Установка каталитического риформинга, термического крекинга, гидроочистки, АТ и АВТ и др.	—	—
2	Вид топлива — мазут	—	—
3	Теплотворная способность топлива на рабочую массу — $Q_н^р$	*ккал/кг*	9500
4	Содержание серы в топливе — $S^р$	%	3,5
5	Избыток воздуха на выходе из дымовой трубы — α	—	1,4
6	Температура дымовых газов на выходе из дымовой трубы — $T_г$	° С	250
7	Количество труб на одну установку — N_1	—	1
8	Диаметр устья труб — D	*м*	5
9	Количество сжигаемого топлива (из расчета 330 рабочих суток в году) — B	*т/час*	12,6
10	Объем дымовых газов, образующихся при сжигании 1 *кг* топлива, — $V_г$ $V_г = V_{RO_2} + V^0_{N_2} + V_{H_2O} + (\alpha - 1)\,V^0 =$ $= 1{,}62 + 11{,}50 + 1{,}90 + 0{,}87$	*нм³/кг*	15,35
11	Суммарный объем дымовых газов на выходе из дымовой трубы — **V** $V = \frac{V_г B \cdot 10^3}{3600}\left(\frac{T_г}{273} + 1\right) =$ $= \frac{15{,}35 \cdot 12{,}6 \cdot 10^3}{3600}\left(\frac{250}{273} + 1\right).$	*м³/сек*	103
12	Выброс сернистого газа из трубы — M_{SO_2} $M_{SO_2} = \frac{B \cdot 10^6 \cdot S^р}{3600 \cdot 100}\,\frac{\mu_{SO_2}}{\mu_S} =$ $= 5{,}56 \cdot B \cdot S^р = 5{,}56 \cdot 12{,}6 \cdot 3{,}5$ где μ_{SO_2} — молекулярный вес сернистого газа, μ_S — молекулярный вес серы	*г/сек*	245
13	Коэффициент, учитывающий влияние оседания примеси в атмосфере, — F	—	1
14	Скорость выхода дымовых газов из устья трубы — w_0 $w_0 = \frac{4V}{\pi D^2 N_1} = \frac{4 \cdot 103}{3{,}14 \cdot 5^2 \cdot 1}$	*м/сек*	5

Пример 5

Расчет количества сернистого ангидрида, объема и скорости выхода дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу установкой каталитического крекинга нефтеперерабатывающего завода. Сернистый газ образуется при сгорании мазута и выжигании отложившегося на катализаторе кокса.

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
1	Установка каталитического крекинга	—	—
2	Вид топлива — многосернистый мазут	—	—
3	Теплотворная способность мазута на рабочую массу — $Q_н^р$	*ккал/кг*	9500
4	Содержание серы в мазуте — $S_м^р$	%	4
5	Избыток воздуха при сжигании мазута в печах — $\alpha^м$	—	1,4
6	Количество сжигаемого мазута (из расчета 330 рабочих суток в году) — $B^м$	*т/час*	1,3
7	Содержание серы в коксе — $S_к^р$	%	5,5
8	Избыток воздуха при выжиге кокса — $\alpha_к$	—	1,02
9	Количество выжигаемого кокса — $B^к$	*т/час*	11
10	Температура газовоздушной смеси на выходе из трубы — $T_г$	°С	250
11	Количество труб — N	—	1
12	Объем газовоздушной смеси, образующейся при сгорании 1 *кг* мазута, — $V_г^м$ $V_г^м = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O} + (\alpha^м - 1)V^0 = 1{,}62 + 11{,}6 + 1{,}99 + 0{,}82$	*нм³/кг*	16
13	Объем газовоздушной смеси, образующейся при сгорании мазута, — $V^м$ $V^м = V_г^м B^м \frac{1000}{3600}\left(\frac{T_г}{273} + 1\right) = 16{,}0 \cdot 1{,}3 \frac{1000}{3600}\left(\frac{250}{273} + 1\right)$	*м³/сек*	11,2
14	Количество сернистого газа, образующегося при сгорании мазута, — $M_{SO_2}^м$ $M_{SO_2}^м = 5{,}56 \cdot B^м \cdot S_м^р = 5{,}56 \cdot 1{,}3 \cdot 4$	*г/сек*	29

№ п/п	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
15	Объем газовоздушной смеси, образующейся при выжигании одного килограмма кокса, — $V_г^к$ $V_г^к = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O} + (\alpha^к - 1)V^0 =$ $= 1,63 + 7,17 + 1,01 + (1,02 - 1)\,9,08$	*нм³/кг*	10
16	Объем газовоздушной смеси, образующейся при выжигании кокса, — $V^к$ $V^к = V_г^к B^к \frac{1000}{3600}\left(\frac{T_г}{273} + 1\right) =$ $= 10 \cdot 11 \cdot \frac{1000}{3600}\left(\frac{250}{273} + 1\right)$	*м³/сек*	58,5
17	Количество сернистого газа, образующегося при выжигании кокса, — $M_{SO_2}^к$ $M_{SO_2}^к = 5,56 \cdot B^к S_к^р = 5,56 \cdot 11 \cdot 5,5$	*г/сек*	336
18	Суммарный объем газовоздушной смеси, выбрасываемой в трубу, — V $V = V^м + V^к = 11,2 + 58,5$	*м³/сек*	69,7
19	Суммарное количество сернистого газа, выбрасываемого в трубу, — M_{SO_2} $M_{SO_2} = M_{SO_2}^м + M_{SO_2}^к = 29 + 336$	*г/сек*	365
20	Коэффициент, учитывающий влияние скорости оседания примеси в атмосфере, — F	—	1
21	Высота трубы — H	*м*	100
22	Диаметр устья трубы — D	*м*	2,5
23	Скорость выхода газовоздушной смеси из устья трубы — w_0 $w_0 = \frac{4V}{\pi D^2 N} = \frac{4 \cdot 69,7}{3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 1}$	*м/сек*	14,3
24	Температура окружающего воздуха — $T_в$	*град*	25
25	Параметр — f $f = 10^3 \frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T} = \frac{10^3 \cdot (14,3)^2 \cdot 2,5}{100^2\,(250 - 25)}$ ($f<6$, это позволяет применять настоящие Указания)	*м/сек² град*	0,23

Пример 6

Расчет загрязнения атмосферы сернистым газом от действующего нефтеперерабатывающего завода. Место расположения — Средняя Азия.

№ п/п	Номер источника	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
		А. Расчет приземных концентраций сернистого газа		
1	—	Фоновая концентрация сернистого газа — $c_{ф.\,SO_2}$	*мг/м*^{3}	0
2	—	Коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, — A	*сек*$^{2/3}$ × × *град*$^{1/3}$	200
3	—	Коэффициент, учитывающий оседание примеси, — F	—	1
4	—	Температура окружающего воздуха — $T_в$	°С	40
5		Наименование установок:		
	1	Установка каталитического риформинга	—	—
	2	Установка термического крекинга	—	—
	3	Установка гидроочистки	—	—
	4	Атмосферно-вакуумная трубчатка	—	—
	5	Установка по производству элементарной серы из сероводородного газа	—	—
6	1—5	Число труб на одну установку	—	1
7	1—5	Высота труб — H	*м*	100
8	1—5	Диаметр устья труб — D	*м*	2
9		Температура газовоздушной смеси на выходе из трубы — $T_г$	°С	
	1			400
	2			450
	3			250
	4			500
	5			500
10		Объем газовоздушной смеси, выбрасываемой из трубы, — V_1	*м*^{3}/*сек*	
	1			50
	2			100
	3			30
	4			80
	5			35

№ п/п	Номер источника	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
11		Количество выбрасываемого в атмосферу сернистого газа — M_{SO_2}	*г/сек*	
	1			200
	2			250
	3			150
	4			180
	5			300
12		Скорость выхода газовоздушной смеси из устья труб — w_0		
		$w_0 = \frac{4V_1}{\pi D^2 N_1}$	*м/сек*	16
	1	$w_0 = \frac{4 \cdot 50}{\pi \cdot 2^2 \cdot 1}$		32
	2	$w_0 = \frac{4 \cdot 100}{\pi \cdot 2^2 \cdot 1}$		10
	3	$w_0 = \frac{4 \cdot 30}{\pi \cdot 2^2 \cdot 1}$		25
	4	$w_0 = \frac{4 \cdot 80}{\pi \cdot 2^2 \cdot 1}$		11
	5	$w_0 = \frac{4 \cdot 35}{\pi \cdot 2^2 \cdot 1}$		
13		Разность температур газовоздушной смеси и окружающего воздуха — ΔT		
		$\Delta T = T_г - T_в$	*град*	
	1	$\Delta T = 400 - 40$		360
	2	$\Delta T = 450 - 40$		410
	3	$\Delta T = 250 - 40$		210
	4	$\Delta T = 500 - 40$		460
	5	$\Delta T = 500 - 40$		460
14		Параметр — f		
		$f = 10^3 \frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T}$	*м/сек² град*	
	1	$f = \frac{10^3 \cdot 16^2 \cdot 2}{100^2 \cdot 360}$		0,14
	2	$f = \frac{10^3 \cdot 32^2 \cdot 2}{100^2 \cdot 410}$		0,50
	3	$f = \frac{10^3 \cdot 10^2 \cdot 2}{100^2 \cdot 210}$		0,10

№ п/п	Номер источника	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
14	4	$f = \frac{10^3 \cdot 25^2 \cdot 2}{100^2 \cdot 460}$		0,27
	5	$f = \frac{10^3 \cdot 11^2 \cdot 2}{100^2 \cdot 460}$		0,05
		(Для всех источников $f<6$, что позволяет применять настоящие Указания)		
15		Коэффициент, учитывающий условия выхода дымовых газов из устья трубы, — m		
	1		—	1,1
	2		—	1,0
	3		—	1,0
	4		—	1,05
	5		—	1,1
16		Максимальная концентрация сернистого газа — $c_{м.\,SO_2}$		
		$c_{м.\,SO_2} = \frac{AM_{SO_2}Fm}{H^2}\sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}}$	*мг/м*³	
	1	$c_{м1} = \frac{200 \cdot 200 \cdot 1 \cdot 1,1}{100^2}\sqrt[3]{\frac{1}{50 \cdot 360}}$		0,17
	2	$c_{м2} = \frac{200 \cdot 250 \cdot 1 \cdot 1}{100^2}\sqrt[3]{\frac{1}{100 \cdot 410}}$		0,14
	3	$c_{м3} = \frac{200 \cdot 150 \cdot 1 \cdot 1,1}{100^2}\sqrt[3]{\frac{1}{30 \cdot 210}}$		0,18
	4	$c_{м4} = \frac{200 \cdot 180 \cdot 1 \cdot 1,05}{100^2}\sqrt[3]{\frac{1}{80 \cdot 460}}$		0,11
	5	$c_{м5} = \frac{200 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 1,1}{100^2}\sqrt[3]{\frac{1}{35 \cdot 460}}$		0,26
		$c_{м1} + c_{м2} + c_{м3} + c_{м4} + c_{м5} = 0,17 + 0,14 + 0,18 + 0,11 + 0,26$		0,86
17	1—5	Расстояние от трубы, где при опасной скорости ветра наблюдается максимальная концентрация, — $x_м$		
		$x_м = 20H = 20 \cdot 100$	*м*	2000

№ п/п	Номер источника	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
18		Опасная скорость — $u_м$		
		$u_м \simeq 0{,}65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{N_1 H}}$	*м/сек*	
	1	$u_{м1} \simeq 0{,}65 \sqrt[3]{\frac{50 \cdot 360}{1 \cdot 100}}$		3,7
	2	$u_{м2} \simeq 0{,}65 \sqrt[3]{\frac{100 \cdot 410}{1 \cdot 100}}$		4,8
	3	$u_{м3} \simeq 0{,}65 \sqrt[3]{\frac{30 \cdot 210}{1 \cdot 100}}$		2,6
	4	$u_{м4} \simeq 0{,}65 \sqrt[3]{\frac{80 \cdot 460}{1 \cdot 100}}$		4,6
	5	$u_{м5} \simeq 0{,}65 \sqrt[3]{\frac{35 \cdot 460}{1 \cdot 100}}$		3,5
19		Средневзвешенная для данной совокупности источников опасная скорость ветра — $u_{мс}$		
		$u_{мс} = \frac{u_{м1}c_{м1} + u_{м2}c_{м2} + u_{м3}c_{м3} + u_{м4}c_{м4} + u_{м5}c_{м5}}{c_{м1} + c_{м2} + c_{м3} + c_{м4} + c_{м5}} =$		
		$= \frac{3{,}7 \cdot 0{,}17 + 4{,}8 \cdot 0{,}14 + 2{,}6 \cdot 0{,}18 + 4{,}6 \cdot 0{,}11 + 3{,}5 \cdot 0{,}26}{0{,}86}$	*м/сек*	3,7
20		Величина отношения — $\frac{u_{мс}}{u_м}$		
	1	$\frac{u_{мс}}{u_{м1}} = \frac{3{,}7}{3{,}7}$	—	1,0
	2	$\frac{u_{мс}}{u_{м2}} = \frac{3{,}7}{4{,}8}$	—	0,77
	3	$\frac{u_{мс}}{u_{м3}} = \frac{3{,}7}{2{,}6}$	—	1,42
	4	$\frac{u_{мс}}{u_{м4}} = \frac{3{,}7}{4{,}6}$	—	0,80
	5	$\frac{u_{мс}}{u_{м5}} = \frac{3{,}7}{3{,}5}$	—	1,06

№ п/п	Номер источника	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
21		Максимальная (при $u=u_{мс}$) концентрация сернистого газа — $c_{м\,u}$		
		$c_{м\,u}=rc_{м}$	$мг/м^3$	
	1	$c_{м\,u_1}=1{,}0\cdot 0{,}17$		0,17
	2	$c_{м\,u_2}=0{,}91\cdot 0{,}14$		0,13
	3	$c_{м\,u_3}=0{,}90\cdot 0{,}18$		0,16
	4	$c_{м\,u_4}=0{,}93\cdot 0{,}11$		0,10
	5	$c_{м\,u_5}=1{,}0\cdot 0{,}26$		0,26
		$c_{м\,u_1}+c_{м\,u_2}+c_{м\,u_3}+c_{м\,u_4}+c_{м\,u_5}=$ $=0{,}17+0{,}13+0{,}16+0{,}10+0{,}26=$ $=0{,}82>$ ПДК		
22		Расстояние, на котором при $u=u_{мс}$ наблюдается максимальная концентрация сернистого газа, — $x_{м\,u}$		
		$x_{м\,u}=px_{м}$	$м$	
	1	$x_{м\,u_1}=1{,}0\cdot 2000$		2000
	2	$x_{м\,u_2}=1{,}22\cdot 2000$		2400
	3	$x_{м\,u_3}=0{,}87\cdot 2000$		1700
	4	$x_{м\,u_4}=1{,}18\cdot 2000$		2400
	5	$x_{м\,u_5}=1{,}0\cdot 2000$		2000
23	1—5	Расстояние между крайними источниками не превышает 300—400 $м$ (3—4H), поэтому можно принять, что они располагаются в одной точке		

№ п/п	Номер источника	Наименование, обозначение, формула и расчет	Размерность	Величина
		Графическое определение суммарной концентрации $\bar{c}$ на различных расстояниях x иллюстрируется рис. 8		

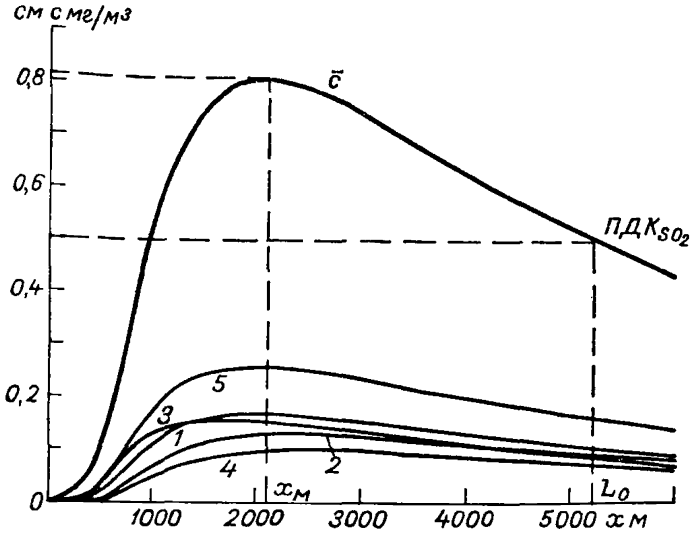

Рис. 8. Пример расчета максимальной приземной концентрации сернистого газа от пяти близко расположенных установок нефтеперерабатывающего завода.

24	1—5	Максимальная концентрация от совокупности источников — $c_м$	$мг/м^3$	0,81
		Поэтому следует увеличить высоту труб или организовать санитарно-защитную зону		
25	1—5	Расстояние, где наблюдается максимальная концентрация, — $x_м$	$м$	2100
26	1—5	Расстояние, до которого суммарная концентрация превышает ПДК, — L_0	$м$	5000
		Источники близко расположены друг от друга, поэтому величина L_0 во всех направлениях одинакова		

Б. Расчет санитарно-защитной зоны от действующего нефтеперерабатывающего завода

1. Минимальный размер санитарно-защитной зоны (по «Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий» СН 245-63) $l_0 = 1000$ *м*.

2. Расстояние L_0, до которого наблюдаются превышающие ПДК концентрации сернистого газа, 5000 *м* (см. рис. 8).

3. Среднегодовая повторяемость ветров различных направлений (по климатическому справочнику) p и протяженность санитарно-защитной зоны l приводятся в таблице:

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
p %	8	7	5	11	14	19	29	7
l *км*	5	5	5	5	5,5	7,5	11,5	5
$l = \begin{cases} L_0 \frac{p}{p_0} & \text{при } p > p_0 \\ L_0 & \text{при } p < p_0 \end{cases}$								

4. На рис. 9 приведены границы санитарно-защитной зоны.

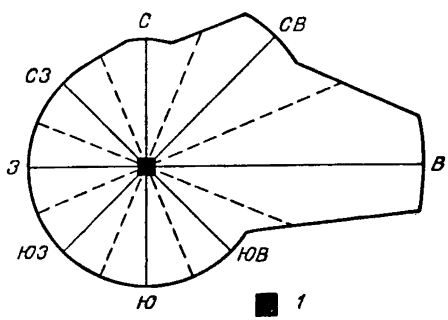

Рис. 9. Пример расчета границ санитарно-защитной зоны нефтеперерабатывающего завода (*1*).

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 3
2. Методика расчета рассеивания выбросов для одиночного источника 4
3. Методика расчета рассеивания выбросов для группы источников 12
4. Учет фоновой концентрации вредных веществ 17
5. Рекомендации по защите воздушного бассейна при эксплуатации промышленных предприятий и котельных 18
6. Определение границ санитарно-защитной зоны 19
7. Оформление результатов расчета рассеивания в атмосфере вредных веществ 20
Приложение 1. Перечень промышленных предприятий и объектов, на которые распространяются настоящие Указания 24
Приложение 2. Примеры расчета рассеивания вредных веществ в атмосфере . . . . . —

gost.e-ecolog.ru