МИНИСТЕРСТВО ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель министра
охраны окружающей среды
и природных ресурсов
Российской Федерации

В.Ф.Костин

1994 г

ВРЕМЕННАЯ МЕТОДИКА

расчета количества загрязняющих веществ,
выделяющихся в атмосферный воздух от
неорганизованных источников загрязнения
станций аэрации сточных вод

МОСКВА, 1994 г.

gost.e-ecolog.ru

П Р Е Д И С Л О В И Е

Настоящая методика разработана институтом МосводоканалНИИпроект и научно-поизводственным предприятием "Радар" при участии специалистов Курьяновской станции аэрации, Москомприроды НИИ прикладной геофизики, института "Промстройпроект", Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации

Срок действия настоящей методики - до 1 января 1998 г.

Право тиражирования и распространения настоящей методики принадлежит институту МосводоканалНИИпроект и научно-производственному предприятию "Радар".

Замечания и предложения по содержанию методики высылать в Департамент государственного экологического контроля Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

1. Область распространения..... 4

2. Сущность методики..... 5

3. Условные обозначения..... 7

4. Расчет количества выделяющихся ЗВ..... 8

4.1 Расчетные формулы..... 8

4.2 Исходные данные для расчета..... 8

ПРИЛОЖЕНИЯ

П.1. Определение опасной скорости ветра Uм..... 12

П.2. Концентрации ЗВ в насыщенных парах для сооружений Курьяновской станции аэрации 13

П.3. Примеры расчета выделения ЗВ..... 14

Список литературы..... 17

1. ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Настоящий документ:

(а) устанавливает методику расчета количества газообразных загрязняющих веществ (ЗВ), выделяющихся в единицу времени в атмосферный воздух с открытой водной поверхности сооружений очистки сточных вод;

(б) предназначен для расчета выделений следующих ЗВ:
- сероводорода,
- аммиака,
- метилмеркаптана (метантиола),
- этилмеркаптана (этантиола),
- углерода оксида,
- азота диоксида,
- метана;

(в) позволяет проводить расчеты количества ЗВ, выделяющихся в единицу времени от отдельного сооружения или группы сооружений в диапазоне скоростей ветра от 0,5 м/с до скорости ветра 95% обеспеченности с погрешностью не более 40 %;

(г) применяется при:
- проведении инвентаризации выбросов ЗВ,
- разработке проектов нормативов ПДВ (ВСВ) и экологических паспортов,
- расчете платы за выбросы ЗВ,
- проектировании вновь сооружаемых и реконструируемых действующих станций аэрации сточных вод;

(д) разработан с использованием положений и расчетных формул, приведенных в [1,2,3], а также результатов экспериментальных измерений концентраций ЗВ, проведенных на сооружениях Курьяновской станции аэрации сточных вод (г. Москва);

(е) предназначен для использования специалистами в области охраны атмосферного воздуха;

(ж) является обязательным для расчета выделения ЗВ в атмосферу на станциях аэрации сточных вод на территории Российской Федерации.

2. СУЩНОСТЬ МЕТОДИКИ

Методика расчета основана на способности содержащихся в сточной воде ЗВ выделяться в атмосферный воздух с открытой водной поверхности и с пузырьками аэрирующего воздуха. Количество выделяющихся в атмосферный воздух ЗВ функционально связано с их содержанием в сточной воде, её температурой, площадью открытой водной поверхности и возрастает с увеличением скорости ветра. В случае принудительной аэрации сточной воды ЗВ дополнительно выделяются с потоком аэрирующего воздуха в количестве, пропорциональном его расходу.

Расчет выделения ЗВ производится отдельно по каждому сооружению (или группам однотипных сооружений) станции аэрации с открытой водной поверхностью и в общем случае предусматривается для следующих типов сооружений:

(1) приемно-распределительная камера;

(2) вертикальная песколовка;

(3) горизонтальная песколовка;

(4) песколовка аэрируемая;

(5) преаэратор;

(6) первичный отстойник с преаэратором;

(7) первичный отстойник;

(8) аэротенк;

(9) вторичный отстойник;

(10) илоуплотнитель;

(11) уплотнитель сброженного осадка;

(12) резервуар сырого осадка и активного ила.

(13) песковая площадка;

(14) иловая площадка;

(15) открытые соединительные каналы.

Общее загрязнение атмосферы выделяющимися ЗВ от всех сооружений станции аэрации рассчитывается в соответствии с [1].

ЗВ, расчет выделения которых предусмотрен настоящей методикой, являются неотъемлемыми компонентами хозяйственно-бытовых сточных вод. Их содержание в производственных сточных водах в десятки раз ниже, чем в хозяйственно-бытовых (кроме станций аэрации, принимающих сточные воды производств, для которых эти ЗВ являются специфическими) и не вносит ощутимого вклада в величину выделения рассматриваемых ЗВ.

В пределах конкретной станции аэрации сезонные изменения состава хозяйственно-бытовых сточных вод как правило незначительны и содержания в них или в насыщенных парах над ними рассматриваемых ЗВ могут быть усреднены по каждому сооружению и использоваться в качестве постоянных значений при проведении расчетов.

3. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Mi - общее количество i-го ЗВ, выделяющееся в единицу времени от отдельного сооружения, г/с;

Mib - количество i-го ЗВ, выделяющееся в единицу времени за счет испарения с поверхности от отдельного сооружения, г/с;

Mis - количество i-го ЗВ, выделяющееся в единицу времени за счет принудительной аэрации от отдельного сооружения, г/с;

Mic - общее количество i-го ЗВ, выделяющееся за год от отдельного сооружения, т/год;

F - площадь поверхности отдельного сооружения, $м^2$;

Fo - площадь открытой поверхности отдельного сооружения, $м^2$;

K_2 - коэффициент перекрытия поверхности сооружения,

U - скорость ветра, м/с;

U* - скорость ветра 95% обеспеченности, м/с;

Uм - опасная скорость ветра, м/с;

Uг - среднегодовая скорость ветра, м/с;

mi - относительная молекулярная масса i-го ЗВ;

Ci - концентрация i-го ЗВ в насыщенном паре, $мг/м^3$;

Qj - расход воздуха на принудительную аэрацию очищаемой воды отдельного j-го сооружения, $м^3/с$;

tж - температура воды в рассматриваемом сооружении, °С;

t - годовая продолжительность работы сооружения, час.

4. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ЗВ

4.1. Расчетные формулы.

Общее количество i-го ЗВ, выделяющегося в единицу времени в атмосферный воздух от отдельного сооружения с принудительной аэрацией очищаемой воды рассчитывают по следующим формулам:

$$Mi = Mi_в + Mi_s \quad (г/с) \qquad (1)$$

$$Mi_в = 5.47*10^{-8} x (1.3+U) \times F \times K_2 \times Ci \times mi^{-0,5} x (t_ж+273) \quad (г/с)* \qquad (2)$$

$$Mi_s = 0,001 \times Qj \times Ci \quad (г/с) \qquad (3)$$

Для сооружений без принудительной аэрации:

$$Mi = Mi_в \quad (г/с) \qquad (4)$$

Общее количество i-го ЗВ, выделяющееся за год от отдельного сооружения рассчитывают при среднегодовой скорости ветра по формуле:

$$Mi_c = 0.0036 \times Mi \times t \quad (т/год) \qquad (5)$$

4.2. Исходные данные для расчета.

4.2.1. Скорость ветра 95% обеспеченности (U*) и среднегодовую скорость ветра (Uг) принимают по данным местных органов Роскомгидромета.

Опасную скорость ветра (Uм), при которой достигается наибольшая приземная концентрация ЗВ, определяют в соответствии с приложением 1.

/ В зависимости от цели выполнения расчета в формулу (2) подставляют значение скорости ветра, соответствующее U, Uм или Uг.

4.2.2 Площадь поверхности отдельного сооружения (F) и открытой ее части (Fo) устанавливают по проектным данным или прямыми измерениями с точностью не менее 2.5%.

4.2.3. Коэффициент перекрытия поверхности K_2 определяют в зависимости от отношения величин Fo и F по табл. 1 .

Таблица 1

Интервал	Значение K_2
Fo/F <= 0,0001	0
0,0001 < Fo/F <=0,01	10 x Fo/F
0,01 < Fo/F <= 0,1	(Fo/F + 0,08) / 0,9
0,1 < Fo/F <= 0,5	0,25 x Fo/F + 0,175
0,5 < Fo/F <= 0,8	Fo/F - 0,2
Fo/F > 0,8	1

4.2.4. Относительные молекулярные массы (mi) ЗВ приведены в табл.2.

Таблица 2

Наименование вещества	Химическая формула	Молекулярная масса (mi)
Сероводород	H_2S	34
Аммиак	NH_3	17
Этилмеркаптан	C_2H_6S	62
Метилмеркаптан	CH_4S	48
Углерода оксид	CO	28
Азота диоксид	NO_2	46
Метан	CH_4	16

4.2.5. Концентрации (Ci) ЗВ в насыщенном паре , необходимые для расчетов по формулам (2 и 3), принимают по результатам лабораторных анализов проб воздуха, отобранных непосредственно над поверхностью сточной воды рассматриваемого сооружения (не дальше 1 см от нее). Одновременно выполняют отбор проб воздуха с наветренной стороны сооружения. Анализы отобранных проб на содержание рассматриваемых ЗВ выполняют по методикам, обеспечивающим получение результатов измерений с погрешностью не более 25%.

В качестве концентрации ЗВ в насыщеном паре (Ci) принимают разницу результатов анализов с поверхности воды и с наветренной стороны сооружений.

Для станций аэрации, принимающих на очистку сточные воды, в которых рассматриваемые ЗВ преобладают в составе хозяйственно бытовых сточных вод (их содержание в хозяйственно-бытовых сточных водах в 10 и более раз выше, чем в производственных), допускается применение в расчетах постоянных для каждого из сооружений значений Ci. Эти значения устанавливают на основе результатов лабораторных анализов проб насыщенного пара, отобранных ежемесячно в течении года в разное время суток (утро, день, вечер). Для каждого типа сооружений по каждому ЗВ должно быть получено не менее 36 результатов, среднее арифметическое из которых может быть принято для данного сооружения в качестве постоянного значения и использоваться в расчетных формулах по п.4.1. без дополнительного отбора и анализа проб.

В приложении 2 приведены постоянные значения Ci, полученные для сооружений Курьяновской станции аэрации (г.Москва).

При расчетах выделений ЗВ с поверхностей открытых соединительных каналов в качестве Ci могут быть использованы значения, установленные для сооружений, из которых очищаемая вода поступает в эти каналы.

4.2.6. Температуру сточной воды устанавливают прямыми измерениями с точностью до 1°С.

4.2.7. Расход аэрирующего воздуха Qj определяется по показаниям стационарных расходомеров с точностью не менее 0,1 м³/с. В случае, если подача воздуха на группу однотипных сооружений производится через один расходомер, для расчета по формуле (3) показания расходомера делятся на количество сооружений. Для расчета выделения ЗВ от сооружений, в которые воздух подается через несколько расходомеров, их показания складывают.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНОЙ СКОРОСТИ ВЕТРА Uм

Для определения величины опасной скорости Uм с целью расчета максимально возможных приземных концентраций ЗВ необходимо произвести итерационную процедуру в следующем порядке:

1. Произвести расчет выделения Mi какого-либо ЗВ для всех источников станции вышеперечисленных типов при скорости ветра U=0,5 м/с.

2. В соответствии с [1] произвести расчет опасной скорости ветра Uм для всех источников станции.

3. Повторить расчет Mi по п 1. для U=Uм.

4. Продолжить расчеты по пп 2. и 3. до совпадения полученного и предыдущего значений величины Uм.

Полученная в результате описаного процесса величина Uм может быть использована для расчета максимальных приземных концентраций для всех рассматриваемых ЗВ.

Расчеты по пп. 1-4 настоящего приложения целесообразно производить на ЭВМ с применением программ автоматизированного расчета рассеивания ЗВ в атмосфере в соответствии с [1] и специальной программы, разработанной НПП "Радар", тел. (095) 319-64-21

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Концентрации ЗВ в насыщенных парах для сооружений Курьяновской станции аэрации (г.Москва), мг/м³

№ пп	Наименование сооружения	серово-дород	аммиак	этилмер-каптан	метилмер-каптан	углерода оксид	азота диоксид	метан
1	приемно-распределительная камера	0,0032	0,022	0,0000021	0,0000037	0,069	0,0036	1,25
2	вертикальная песколовка	0,0026	0,011	0,0000017	0,0000034	0,065	0,0034	0,12
3	горизонтальная песколовка	0,0023	0,011	0,0000015	0,0000033	0,064	0,0032	0,11
4	песколовка аэрируемая	0,0014	0,014	0,0000013	0,0000027	0,065	0,0038	0,10
5	преаэратор	0,0019	0,01	0,0000017	0,0000027	0,067	0,0035	0,14
6	первичный отстойник с преаэратором	0,0012	0,01	0,0000015	0,0000027	0,062	0,0037	0,14
7	первичный отстойник	0,0015	0,012	0,0000018	0,0000035	0,06	0,0036	0,18
8	аэротенк	0,0012	0,011	0,0000011	0,0000027	0,06	0,0038	0,17
9	вторичный отстойник	0,0011	0,01	0,0000011	0,0000027	0,061	0,0035	0,15
10	илоуплотнитель	0,0014	0,015	0,0000015	0,0000031	0,062	0,0035	0,33
11	уплотнитель сброженного осадка	0,0025	0,017	0,0000016	0,0000034	0,062	0,0032	2,19
12	резервуар сырого осадка и ила	0,0022	0,018	0,0000014	0,0000029	0,066	0,0039	2,14
13	песковая площадка	0,0008	0,008	0,0000013	0,0000027	0,067	0,0031	0,11
14	иловая площадка	0,0010	0,01	0,0000013	0,0000027	0,060	0,0038	0,15

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ВЫДЕЛЕНИЯ ЗВ

Пример 1

Рассчитать максимальное выделение ЗВ от песколовки аэрируемой.

Исходные данные:
- скорость ветра 95% обеспеченности - 5 м/с,
- размеры сооружения 10x13 м, площадь сооружения F=10x13=130 м2,
- поверхность испарения частично перекрыта, площадь открытой поверхности Fo = 80 м², Fo/F= 0,615,
- расход аэрирующего воздуха: 0.12 м³/с;
- температура воды tж = 18°С,
- K2 = 0,615 - 0,2 = 0,415.

Расчет выделения вредных веществ.

сероводород
$M_{1в}=5.47*10^{-8}x(1.3+5)x130x0.0014x0.415x(273+18)/34^{0.5}=0.0000013$ г/с
$M_{1s}=0.12x0.0014/1000=0.00000017$ г/с
$M_1=0.0000013+0.00000017=0.0000015$ г/с

аммиак
$M_{2в}=5.47*10^{-8}x(1.3+5)x130x0.014x0.415x(273+18)/17^{0.5}=0.0000184$ г/с
$M_{2s}=0.12x0.014/1000=0.0000017$ г/с
$M_2=0.0000184+0.0000017=0.0000201$ г/с

этилмеркаптан
$M_{3в}=5.47*10^{-8}x(1.3+5)x130x0.0000013x0.415x(273+18)/62^{0.5}=0.89*10^{-8}$ г/с
$M_{3s}=0.12x0.0000013/1000=0.16*10^{-8}$ г/с
$M_3=0.89*10^{-8}+0.16*10^{-8}=1.1*10^{-8}$ г/с

метилмеркаптан
$M_{4в}=5.47*10^{-8}x(1.3+5)x130x0.0000027x0.415x(273+18)/48^{0.5}=0.21*10^{-8}$ г/с
$M_{4s}=0.12x0.0000027/1000=0.032*10^{-8}$ г/с
$M_4=0.21*10^{-8}+0.032*10^{-8}=0.24*10^{-8}$ г/с

углерода оксид
$M_{5в}=5.47*10^{-8}x(1.3+5)x130x0.065x0.415x(273+18)/28^{0.5}=0.0000665$ г/с
$M_{5s}=0.12x0.065/1000=0.0000078$ г/с
$M_5=0.0000665+0.0000078=0.0000743$ г/с

азота диоксид
$M_{6в}=5.47*10^{-8}x(1.3+5)x130x0.0038x0.415x(273+18)/46^{0.5}=0.000003$ г/с
$M_{6s}=0.12x0.0038/1000=0.00000046$ г/с
$M_6=0.000003+0.00000046=0.0000035$ г/с

метан
$M_{7в}=5.47*10^{-8}x(1.3+5)x130x0.1x0.415x(273+13)/16^{0.5}=0.000135$ г/с
$M_{7s}=0.12x1/1000=0.000012$ г/с
$M_7=0.000135+0.000012=0.000147$ г/с

Пример 2

Рассчитать выделение ЗВ для определения максимальной приземной концентрации при опасной скорости ветра для станции, содержащей 8 различных очистных сооружений. Поверхность сооружений частичного перекрытия не имеет, $K_2=1$.

Параметры сооружений приведены в таблице П.3.1

Таблица П.3.1

№ источника	Наименование сооружения	Размеры сооружения, м	Площадь $м^2$	Расход воздуха $м^3/с$	Условн. координаты, м	
					X	Y
1	Приемно-распред. камера	10x10	100	-	0	0
2	Песколовка аэрируемая	10x20	200	1	50	0
3	Первичный отстойник	30x30	900	-	0	50
4	Аэротенк	Ф100	7850	10	80	10
5	Вторичный отстойник	Ф30	706.5	-	50	100
6	Илоуплотнитель	Ф20	314	-	100	50
7	Уплотнит.сброжен.осадка	Ф30	706.5	-	120	30
8	Песковая площадка	100x100	10000	-	30	120

В качестве вещества, по которому определяем опасную скорость ветра выбираем аммиак.

(1) Рассчитываем выделение аммиака при U=0,5 м/с

Источник № 1

$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.5)x100x0.022x1x(273+18)/170=0.0000153$ г/с.

Источник № 2

$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.5)x200x0.014x1x(273+18)/170=0.0000195$ г/с.

$M_в=1x0.014/1000=0.000014$ г/с

$M=0.0000195+0.000014=0.0000335$ г/с.

Источник № 3

$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.5)x900x0.012x1x(273+18)/170=0.0000751$ г/с.

Источник № 4

$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.5)x7850x0.011x1x(273+18)/170=0.0006$ г/с.

$M_в=10x0.011/1000=0.00011$ г/с.

$M=0.0006+0.00011/1000=0.00071$ г/с,

Источник № 5

$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.5)x706.5x0.01x1x(273+18)/170=0.0000491$ г/с.

Источник № 6

$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.5)x314x0.015x1x(273+18)/170=0.000327$ г/с

Источник № 7

$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.5)x706.5x0.017x1x(273+18)/170=0.0000835$ г/с

Источник № 8
$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.5)x10000x0.008x1x(273+18)/17^{0.5}=0.000556$ г/

(2) Расчет рассеяния аммиака программой "Гарант-1" на первом шаге итерации дает величину опасной скорости ветра $U_{м1}=0.8$ м/с

(3) Расчитываем выделение аммиака при U=0,8 м/с.

Источник № 1
$M_в=5.47*10^{-8}x(1.312+0.8)x100x0.022x1x(273+18)/17^{0.5}=0,0000178$ г

Источник № 2
$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.8)x200x0.014x1x(273+18)/17^{0.5}=0,0000227$ г/с
$M_s=1x0.014/1000=0.000014$ г/с
$M=0.0000227+0.000014=0.0000367$ г/с

Источник № 3
$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.8)x900x0.012x1x(273+18)/17^{0.5}=0,0000876$ г/с

Источник № 4
$M_{2в}=5.47*10^{-8}x(1.3+0.8)x7850x0.011x1x(273+18)/17^{0.5}=0,0007$ г/с
$M_s=10x0.011/1000=0.00011$ г/с
$M=0.0007+0.00011=0.00081$ г/с

Источник № 5
$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.8)x706.5x0.01x1x(273+18)/17^{0.5}=0,0000573$ г/

Источник № 6
$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.8)x314x0.015x1x(273+18)/17^{0.5}=0,0000382$ г/с

Источник № 7
$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+0.8)x706.5x0.017x1x(273+18)/17^{0.5}=0,0000974$ г/

Источник № 8
$M_{2в}=5.47*10^{-8}x(1.3+0.8)x10000x0.008x1x(273+18)/17^{0.5}=0.000649$ г/

(4) Расчет рассеяния аммиака программой "Гарант-1" на втором шаге итерации дает величину опасной скорости ветра $U_{м2}=0.8$ м/с.

Поскольку величины опасных скоростей на двух последовательных шагах итерационной процедуры совпали, дальнейший расчет максимальных приземных концентраций всех ЗВ производится для U=0,8 м/с

Пример 3

Рассчитать валовое выделение сероводорода от аэротенка при среднегодовой скорости ветра 1,56 м/с.

Исходные данные:
- размеры сооружения 200х150 м, площадь F = 30000 м
- поверхность испарения открыта полностью, Kп = 1.
- расход аэрирующего воздуха Q = 15 м³/с.
- температура воды tж = 18 °С,
- время работы сооружения t = 7000 часов в год

$M_в=5.47*10^{-8}x(1.3+1.56)x30000x0.0012x1x(273+1)/34^{0.5}=0.00281$ г/с.
M_s = 15 x 0.0012 /1000=0.000018 г/с
M =0.000281+0.000018=0.000299 г/с
Mc = 0.0036 x 0.000299 x 7000 = 0.00754 т/год

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86 Госком гидромет Л., Гидрометеоиздат,1987.

2. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. Справ изд.. М., Химия, 1991.

3. Основные положения вентиляционных устройств основных отраслей химической промышленности. Серия Л-III. Промстройпроект. Главстройпроект. ММХХП СССР. М., 1985.

gost.e-ecolog.ru