

Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух

ПРАВИЛА РАСЧЕТА РАССЕЙВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ОТ МОБИЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Атмасфернае паветра

ПРАВІЛЫ РАЗЛІКУ РАССЕЙВАННЯ ЗАБРУДЖВАЛЬНЫХ РЭЧЫВАЎ У АТМАСФЕРНЫМ ПАВЕТРЫ АД МАБІЛЬНЫХ КРЫНІЦ ВЫКІДАЎ

Издание официальное



**Минприроды
Минск**

Ключевые слова: охрана окружающей среды, атмосферный воздух, рассеивание загрязняющих веществ, концентрация загрязняющего вещества

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН и ВНЕСЕН Научно-производственным частным унитарным предприятием «БАЭС»

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от ____ 20__ г. № ____

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий технический кодекс не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Минприроды и Госстандарта Республики Беларусь

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	1
3 Термины и определения.....	2
4 Общие положения.....	2
5 Структуризация улично-дорожной сети и определение выбросов загрязняющих веществ.....	2
6 Правила расчета рассеивания загрязняющих веществ.....	3
7 Учет химических процессов при рассеивании.....	7
Приложение А (справочное).....	9
Библиография.....	11

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

**Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух.
ПРАВИЛА РАСЧЕТА РАССЕЙВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В
АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ОТ МОБИЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Атмасфернае
паветра. ПРАВИЛЫ РАЗЛІКУ РАССЕЙВАННЯ ЗАБРУДЖВАЛЬНЫХ РЭЧЫВАЎ У
АТМАСФЕРНЫМ ПАВЕТРЫ АД МАБІЛЬНЫХ КРЫНІЦ ВЫКІДАЎ**

Environmental protection and nature use. Atmospheric Air
Rules for calculating disperse pollutants into the air from mobile sources of emissions

Дата введения 201Х-ХХ-ХХ

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее - ТКП) устанавливает правила расчета приземных концентраций от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух механическими транспортными средствами при движении по всем элементам улично-дорожной сети населенных пунктов.

ТКП предназначен для применения всеми юридическими и физическими лицами независимо от форм собственности и подчиненности, осуществляющими свою деятельность на территории Республики Беларусь.

Требования настоящего технического кодекса применяют при расчете величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, которые используются при:

- оценке показателей экологического воздействия транспортных средств на окружающую среду;
- обосновании необходимости применения экологически ориентированных мероприятий по организации дорожного движения;
- оценке альтернативных вариантов проектных решений по организации дорожного движения и сравнительной технико-экономической оценке вариантов проектных решений по организации дорожного движения;
- оптимизации управления транспортом и дорожным движением;
- разработке моделей и программных средств в сфере экологического мониторинга, организации и управления транспортом и дорожным движением в городе.
- иных мероприятиях по охране атмосферного воздуха.

2 Нормативные ссылки

В настоящем ТКП использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ТКП 17.08-03-2006 «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах»

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие технического нормативного правового акта в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА) по каталогу, составленному на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочный ТНПА заменен (изменен), то при пользовании настоящим техническим кодексом, следует пользоваться замененным (измененным) ТНПА. Если ссылочный ТНПА отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем ТКП применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 выброс загрязняющего вещества: Количество загрязняющего вещества, поступающего в атмосферный воздух за рассматриваемый период (месяц, квартал, год), грамм в период.

3.2 фоновая концентрация загрязняющего вещества: Концентрация загрязняющего атмосферу вещества, создаваемая всеми источниками выброса (сброса) вещества, исключая рассматриваемые.

3.3 красные линии: Условные линии, предусмотренные градостроительной документацией для отделения территорий улиц, дорог и площадей от территорий, предназначенных под застройку или для иного использования.

3.4 уличный каньон: Участок с застройкой зданий вдоль уличных магистралей - так называемый внутригородской тип перемещения. В уличном каньоне выделены следующие зоны: наветренная сторона, характеризующаяся минимальными значениями уровней загрязнения, связанная с притоком чистого воздуха через открытую торцевую поверхность; внутренняя часть - наиболее загрязнена, причем наветренная сторона загрязнена меньше, чем подветренная; подветренная сторона, характеризующаяся областью максимального загрязнения.

3.5 рециркуляция: Естественный или искусственный процесс распада и восстановления веществ.

4 Общие положения

ТКП использует в качестве основной методологии модель OSPM (Operational Street Pollution Model), разработанную Национальным научно-исследовательским институтом окружающей среды Департамента охраны атмосферного воздуха Дании (National Environmental Research Institute, Department of Atmospheric Environment of Denmark). Модель основана на гауссовом рассеивании веществ в приложении к улично-дорожной сети населенных пунктов.

Модель рекомендована для использования Европейским агентством по охране окружающей среды European Environmental Agency (EEA).

5 Структуризация улично-дорожной сети и определение выбросов загрязняющих веществ

5.1 При расчете рассеивания выделяются отдельные участки УДС в соответствии с п. 6.2 [1]. Размеры отдельного участка УДС определяются в соответствии с шириной проезжей части, условиями движения и условиями прилегающей застройки. В пределах отдельного участка УДС характеристики проезжей части, дорожного движения и прилегающей застройки являются постоянными.

5.2 Расчет концентраций проводится в пределах границы застройки, прилегающей к улично-дорожной сети (уличный каньон). Характеристики уличного каньона определяются по красным линиям улицы.

5.3 Концентрации выбросов от транспорта вне пределов красных линий застройки учитываются как городские фоновые концентрации и как рассеивание от стационарных источников. Объем выбросов загрязняющих веществ определяется согласно [1] в составе, определенном [2].

6 Правила расчета рассеивания загрязняющих веществ

6.1 Концентрация загрязняющего вещества C определяется как сумма концентраций прямого рассеивания, концентраций в зоне рециркуляции уличного каньона и городской фоновой концентрации и рассчитывается по формуле

$$C = C_d + C_r + C_0 \quad (1)$$

где C_d – концентрация прямого рассеивания, рассчитывается согласно 6.2;

C_r – концентрация в зоне рециркуляции уличного каньона, рассчитывается согласно 6.3;

C_0 – городская фоновая концентрация, определяется в соответствии с показателями, предоставляемыми ГУ «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды».

6.2 Концентрация прямого рассеивания рассчитывается по формуле

$$C_d = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int \frac{q dx}{U_s W \sigma_z(x)} \quad (2)$$

где q – выбросы загрязняющего вещества, г/(м*с),

U_s – скорость ветра на уровне улицы, м/с

W – ширина уличного каньона, м

$\sigma_z(x)$ – параметр вертикальной дисперсии на расстоянии x от источника

$$q = \frac{Q}{L}$$

где Q – выброс загрязняющего вещества, г/сек

L – длина участка, м

Путь интегрирования определяется по направлению ветра на уровне улицы размером зоны рециркуляции в соответствии с рис. 1. Вне пределов зоны рециркуляции направление ветра на уровне улицы и путь интегрирования совпадает с направлением ветра на уровне крыши. В пределах зоны рециркуляции направление ветра на уровне улицы и путь интегрирования зеркально отражается относительно направления ветра на уровне крыши

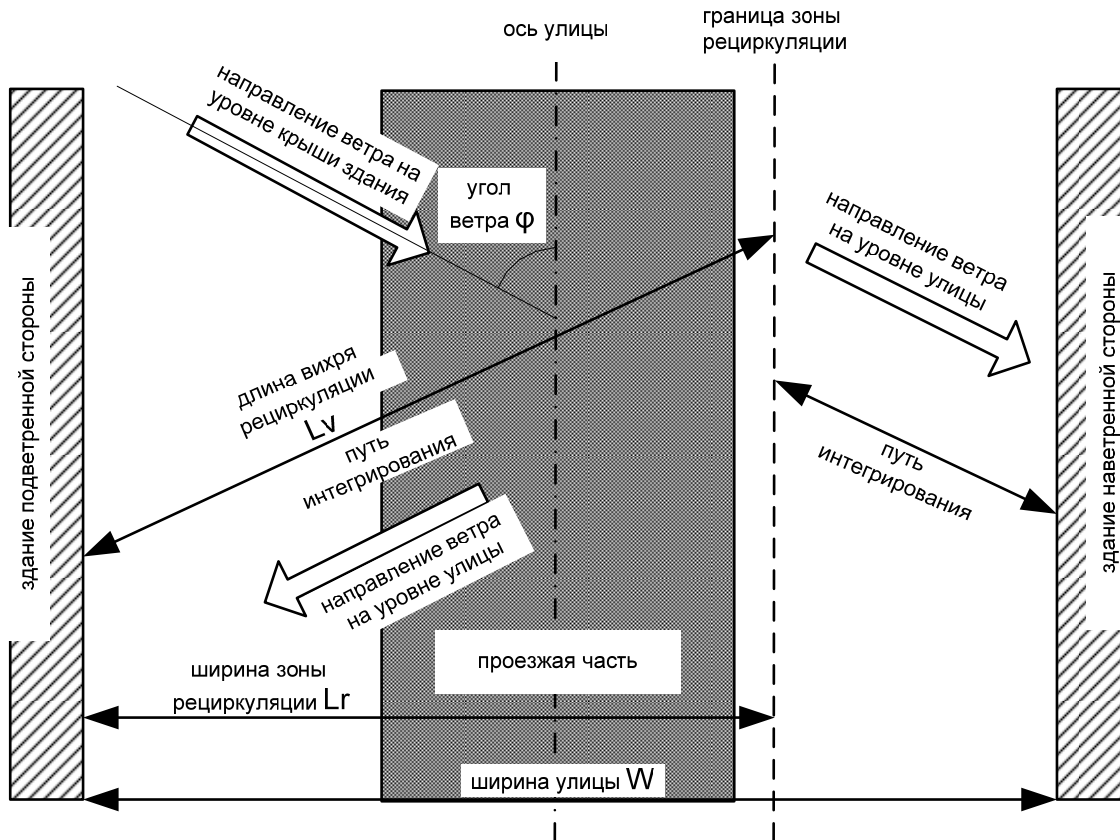


Рисунок 1 – Иллюстрация потока ветра и формирование зоны рециркуляции в уличном каньоне

6.2.1 Скорость ветра на уровне улицы U_s определяется как

$$U_s = U_r \frac{\ln(h_0/z_0)}{\ln(H/z_0)} (1 - 0.2p \sin \varphi) \quad (3)$$

где U_r – скорость ветра на уровне крыши, м/с, скорость ветра на уровне крыши определяется в соответствии с ТКП «Правила расчета рассеивания ЗВ в атмосферном воздухе от стационарных источников выбросов»

z_0 – эффективный размер неровности, м $z_0 = 0,6$

h_0 – эффективная высота выбросов от транспортного потока, м $h_0 = 2$

H – средняя высота зданий уличного каньона, м $H = (H_{назв} + H_{подв})/2$

$H_{назв}$ – высота зданий с наветренной стороны, м

$H_{подв}$ – высота зданий с подветренной стороны, м

P – отношение высоты зданий с подветренной стороны к средней высоте зданий уличного каньона $p = H_{подв}/H$

φ – угол направления ветра на уровне крыши по отношению к оси улицы, рад

6.2.2 Параметр вертикальной дисперсии на расстоянии X от источника определяется по формуле

$$\sigma_z(x) = \sigma_w \frac{x}{U_s} + h_0 \quad (4)$$

где σ_w – вертикальная дисперсия турбулентности, м
 X – расстояние от источника до расчетной точки, $X=W+X_0$
 U_s – скорость ветра на уровне улицы, м/с

6.2.3 Вертикальная дисперсия турбулентности определяется по формуле

$$\sigma_w = \sqrt{(0.1U_s)^2 + \sigma_{w0}^2} \quad (5)$$

где σ_{w0} – дисперсия турбулентности, созданная движением транспортных средств, м, определяется по формуле

$$\sigma_{w0} = 0.3 \sqrt{\frac{NVS}{W}} \quad (6)$$

где N – интенсивность движения транспортного потока, авт/с

V – средняя скорость движения транспортного потока, м/с

S – средняя площадь, занятая одним транспортным средством, $m^2 S = \sum s_i \Delta_i$; для легкового автомобиля $S_i=6 m^2$, для грузового автомобиля $S_i=14 m^2$, для автопоезда и общественного пассажирского транспорта $S_i=32 m^2$

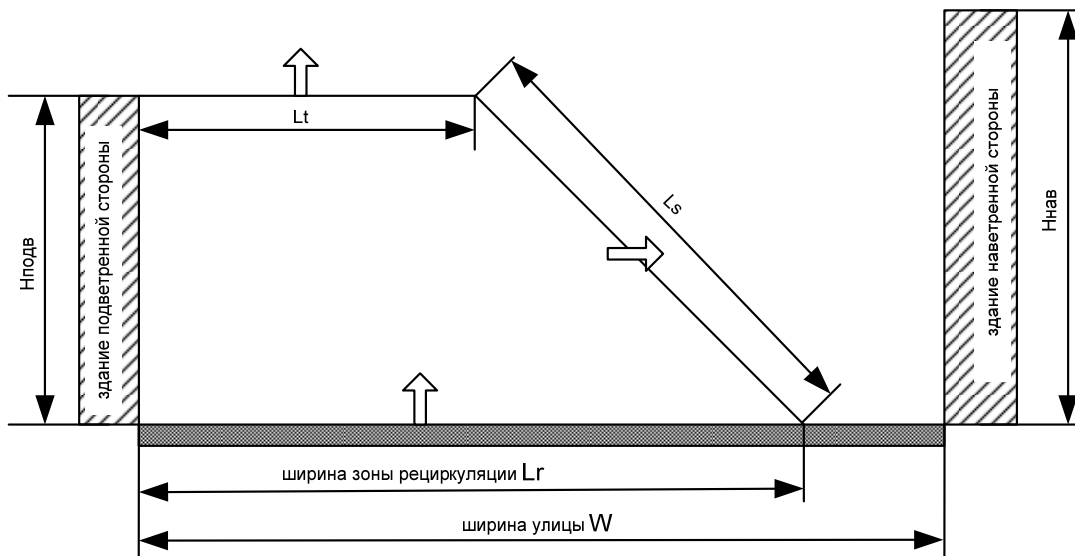
При направлении ветра параллельно ($\pm 5^\circ$) оси улицы прямой вклад концентрации определяется как

$$C_d = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{Q}{W\sigma_w} \left(\ln \frac{H}{h_0} + \frac{\sigma_w}{\omega_r} \right) \quad (7)$$

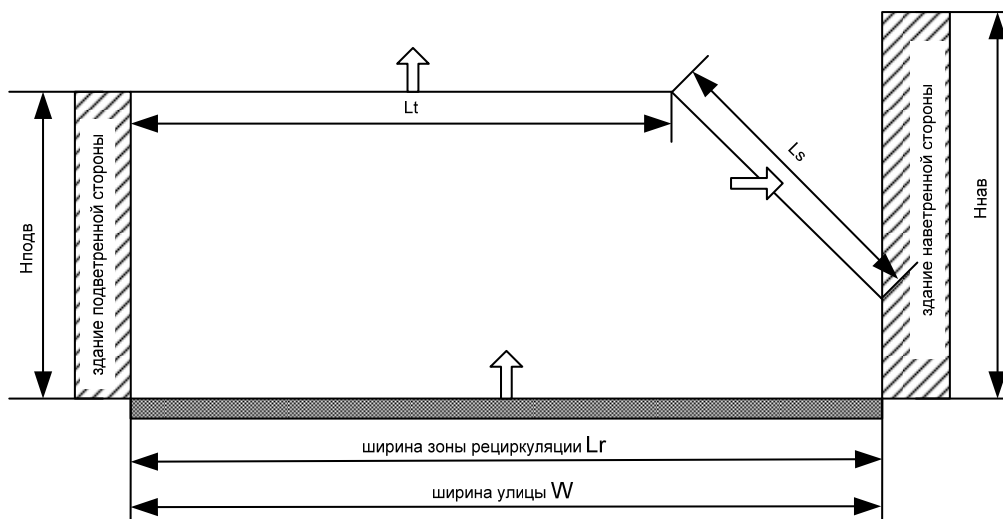
При направлении ветра перпендикулярно оси улицы прямой вклад концентрации определяется как

$$C_d = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{Q}{W\sigma_w} \ln \left(1 + \frac{W\sigma_w}{h_0 U_s} \right) \quad (8)$$

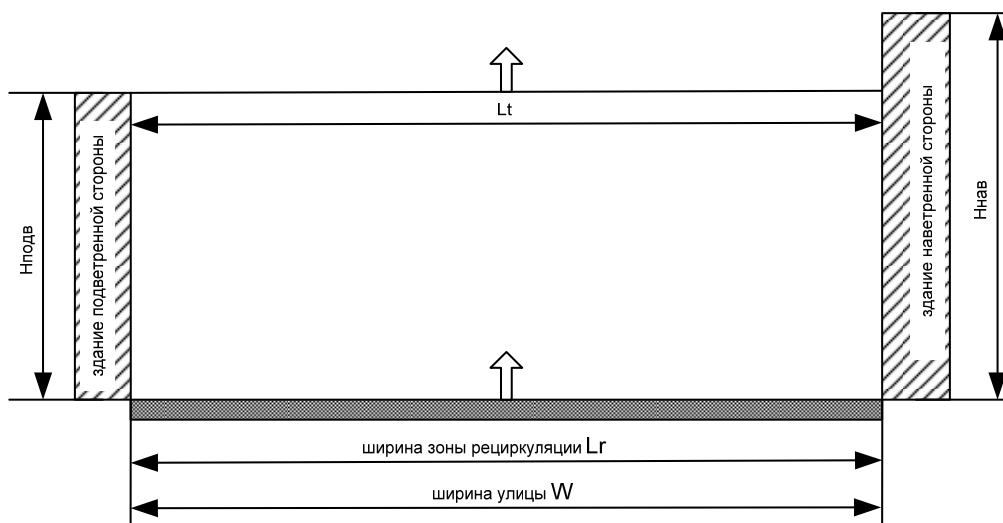
6.3 Расчет рециркуляции загрязняющих веществ в уличном каньоне проводится в рамках следующих моделей



а) зона рециркуляции не превышает ширину улицы ($L_r < W$);



б) зона рециркуляции заполняет ширину улицы ($L_r = W$)



в) зона рециркуляции заполняет весь каньон улицы

Рисунок 2 – Геометрия зоны рециркуляции

Характеристики зоны рециркуляции определяются как
 Длина турбулентного вихря

$$L_v = 2rH_{\text{подс}} \quad (9)$$

где

r – фактор скорости ветра (для скорости ветра менее 2 м/с $r = U_r/2$, в иных случаях $r = 1$)

Геометрические характеристики зоны рециркуляции

схема а	$L_r = L_v \sin \varphi$	$L_t = L_r/2$	$L_s = \sqrt{(L_r/2)^2 + H_{\text{подс}}^2}$
схемab	$L_r = W$	$L_t = \frac{L_v \sin \varphi}{2}$	$L_s = \left(\frac{2W}{L_r} - 1\right) \sqrt{(L_r/2)^2 + H_{\text{подс}}^2}$
схемас	$L_r = W$	$L_t = W$	$L_s = 0$

Концентрация от рециркуляции загрязняющих веществ C_r определяется в пределах зоны рециркуляции как

$$C_r = \frac{Q}{W} \frac{L_r}{(\omega_t L_t + \omega_s L_s)} \quad (10)$$

где ω_t – скорость истечения рециркуляции через верхнюю часть уличного каньона, м/с

$$\omega_t = \sqrt{(0.1U_r)^2 + 0.4\sigma_{W0}^2} \quad (11)$$

ω_s – скорость истечения рециркуляции через боковую часть уличного каньона, м/с

$$\omega_s = \sqrt{U_s^2 + \sigma_{W0}^2} \quad (12)$$

Вне пределов зоны рециркуляции $C_r = 0$

7 Учет химических процессов при рассеивании

7.1 Концентрация оксида азота NO_2 определяется в соответствии с таблицей 1 как

$$C_{NO_2} = f(C_{NO_x}, C_{O_3}) \quad (13)$$

где C_{NO_x} – расчетная концентрация NO_x в соответствии с процедурами главы 6 для выбросов NO_x , ppb;

C_{O_3} – концентрация озона O_3 в приземном слое, ppb. Данные о концентрации озона в городских условиях могут быть получены как результаты мониторинга состояния озонового слоя. При обоснованном отсутствии данных о концентрации озона принимается: для летних условий $C_{O_3} = 40 \text{ ppb}$, для зимних условий $C_{O_3} = 20 \text{ ppb}$, в качестве предельных условий - $C_{O_3} = 80 \text{ ppb}$.

Значения концентрации NO₂ в зависимости от концентраций NO_x и O₃, ppb

		Концентрация NO _x , ppb														
		0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
Концентрация озона O ₃ , ppb	5	0	8	14	18	21	24	26	28	30	32	34	36	37	38	40
	10	0	9	15	19	23	26	28	31	33	35	37	38	40	42	43
	15	0	10	16	21	25	28	31	33	36	38	40	42	43	45	46
	20	0	11	17	22	27	30	33	36	38	41	43	45	47	48	50
	25	0	11	19	24	29	32	36	39	41	44	46	48	50	52	54
	30	0	12	20	26	31	35	38	41	44	47	50	52	54	56	58
	35	0	13	22	28	33	37	41	44	48	50	53	56	58	60	62
	40	0	14	23	30	35	40	44	48	51	54	57	60	62	64	67
	45	0	15	25	32	38	43	47	51	55	58	61	64	66	69	71
	50	0	16	26	34	40	46	50	54	58	62	65	68	71	74	76
	55	0	17	28	36	43	49	54	58	62	66	69	73	76	78	81
	60	0	18	30	39	46	52	57	62	66	70	74	77	80	84	86
	65	0	20	32	41	49	55	61	66	70	75	78	82	86	89	92
	70	0	21	34	44	52	58	64	70	75	79	83	87	91	94	98
	75	0	22	36	46	55	62	68	74	79	84	88	93	96	100	104
	80	0	23	38	49	58	66	72	78	84	89	94	98	102	106	110

Преобразование массовых концентраций в объемные производится как

$$C_{ppb} = C_{\mu\text{г}/\text{м}^3} \cdot f_{ppb}$$

$$\text{где } f_{ppb} = \frac{22.41}{M} \cdot \frac{T}{273} \cdot e^{\left(\frac{0.02417 \cdot \text{Alt}}{T}\right)}$$

M – молекулярная масса вещества, а. е. м.

T – температура воздуха, кельвин

Alt – высота над уровнем моря, м

Приложение А
(справочное)

Пример расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Улица проспект Независимости в г. Минске на участке от ул. Жасминовая до ул. Калиновского

Параметры дорожного движения для расчетов выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов определяются согласно ТКП 17.08-03-2006 (таблица 1), параметры для расчета рассеивания (таблица 2).

Таблица 1

№ п/п			
1	Длина участка УДС	м	495
2	Интенсивность	N (авт/час)	4400
3	Скорость транспорта	V (км/ч)	49
4	Доля грузовых ТС и автобусов	%	4
5	Выброс CO	г/с	4,824

Таблица 2

1	Высота застройки (каньона) с подветренной стороны	H1, м	20
2	Высота застройки (каньона) с наветренной стороны	H2, м	30
3	Средняя высота застройки (каньона)	H, м	25
4	Ширина улицы	W, м	70
5	Расстояние до расчетной точки от края застройки	x0, м	0
6	Эффективная высота выбросов	h0, м	2
7	Скорость ветра на крыше	Ur, м/с	10
8	Угол ветра к оси улицы	φ, град.	45
		φ, рад.	0,79 (=45/180*3,14159)

Результаты расчета

Скорость ветра на уровне улицы, U_s , определяется по формуле (3) ТКП

$$U_s = 10 \frac{\ln(2/0.6)}{\ln(25/0.6)} \left(1 - 0.2 * \left(\frac{20}{25} \right) \sin 0.79 \right) = 2.86$$

Длина вихря рециркуляции, L_v , определяется по формуле (9) ТКП

$$L_v = 2 * 1 * 20 = 40$$

ТКП 17.XX-XX-20XX

Ширина зоны рециркуляции, L_r , определяется согласно схемы а (зона рециркуляции не превышает ширину улицы ($l_r < W$)) рисунок 2 ТКП

$$L_r = 40 \sin 0.79 = 28.28425$$

Дисперсия турбулентности, созданная движением транспортных средств, σ_{w0} , определяется по формуле (6)

$$\sigma_{w0} = 0.3 \sqrt{\frac{4400 * 49 * (4.5 * 1.5 * (1 - 4\%) + 16 * 2.5 * 4\%)}{3600 * 3.6}} = 0.42$$

Скорость вентиляции каньона, σ_{wt} , определяется по формуле (11) ТКП

$$\omega_c = \sqrt{(0.1 * 10)^2 + 0.4 * 0.42^2} = 1.03$$

Вертикальная дисперсия турбулентности, σ_w , определяется по формуле (5) ТКП

$$\sigma_w = \sqrt{(0.1 * 2.86)^2 + 0.42^2} = 0.5048$$

Параметр вертикальной дисперсии на расстоянии X от источника определяется по формуле (4) ТКП

$$\sigma_z(x) = 0.5048 \frac{70}{2.86} + 2 = 14.34$$

Библиография

- [1] ТКП 17.08-03-2006 Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах.
- [2] Изменение № 1 ТКП 17.08-03-2006 Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах.

ТКП 17.ХХ-ХХ-20ХХ

Директор НПЧУП «БАЭС»

Ю.П. Важник

Специалист НПЧУП «БАЭС»

Т.С. Вишневецкая

Инженер НПЧУП «БАЭС»

П.Н. Астапеня