

## Работа 4. Расчет и оценка уровня загрязнения почв вдоль автодорог

**Цель работы:** оценить загрязнение придорожных земель выбросами свинца и выбрать защитные мероприятия, позволяющие уменьшить зону их распространения.

### 4.1. Методика расчета

При работе ДВС автомобилей образуются «условно твердые» выбросы, состоящие из аэрозольных и пылевидных частиц. В наибольших количествах выбрасываются соединения свинца и сажа. При интенсивности движения более 40 тыс. авт./сутки существенным становится выбросы кадмия и цинка. Наибольшую опасность для биосферы представляет накопление в почве соединений свинца, что обусловлено высокой доступностью его растениям и переходом по звеньям пищевой цепи в животных, птиц и человека. Выбросы соединений свинца происходят при работе ДВС автомобилей на этилированном бензине (в дизельном бензине и в АИ-92 содержится соответственно 0,17 мг/л и 0,37 мг/л соединений свинца). Около 20 % общего количества свинца разносится с отработавшими газами в виде аэрозолей, а 80 % выпадает в виде твердых частиц размером до 25 мкм и нерастворимых соединений на поверхности прилегающих к дороге земель. Они накапливаются в почве на глубине пахотного слоя при фильтрации атмосферных осадков вдоль автодорог.

Оценку загрязнения придорожных земель следует вести на основе расчета уровня загрязнения поверхностного слоя почвы (УЗП) по следующей методике:

1. Определяют мощность эмиссии свинца  $P_{\Sigma}$ , мг/м·сут., при односуточной интенсивности движения за расчетный период по формуле:

$$P_{\Sigma} = K_{\Pi} \cdot m_p \cdot K_T \cdot K_o \left( \sum_1^i G_i \cdot P_i \cdot N_i \right), \quad (4.1)$$

где  $K_{\Pi} = 0,74$  – коэффициент пересчета;  $m_p$  – коэффициент, учитывающий дорожные условия, принимаются по рис. 4.1;  $K_T$  – коэффициент, учитывающий долю выбрасываемого свинца в виде твердых частиц в общем объеме выбросов (80 %);  $K_o = 0,8$  – коэффициент, учитывающий оседание свинца в системе выпуска отработавших газов автомобиля;  $G_i$  – средний эксплуатационный расход топлива для данного типа автомобиля (см. табл.1.1), л/км;  $N_i$  – среднесуточная интенсивность движения автомобилей данного типа, авт./сут.;  $P_i$  – содержание добавки свинца в топливе, применяемом в автомобиле данного типа, г/кг.

2. Рассчитывают величину отложения свинца на поверхности земли  $P_{\Pi}$ , мг/м<sup>2</sup>, по формуле:

$$P_{\Pi} = 0,4K_l \cdot \varphi \cdot T_p \cdot P_{\Sigma} + F, \quad (4.2)$$

где  $K_l$  – коэффициент, учитывающий расстояние  $l$ , м, от края проезжей части, принимается по табл. 4.1;  $\varphi$  – коэффициент, зависящий от силы и направления ветра, принимаются равным отношению площади розы ветров со стороны дороги, противоположной рассматриваемой зоне, к общей ее площади;  $T_p$  – расчетный срок эксплуатации автодороги в сутках, принимается равным 7300 суток, что соответствует 20-летнему перспективному сроку;  $F$  – фоновое загрязнение поверхности земли, мг/м<sup>2</sup>. (в данной работе  $F=0$ )

3. Рассчитывают УЗП свинцом  $P_c$ , мг/кг, на различном расстоянии от края проезжей части автодороги по формуле:

$$P_c = \frac{P_{\Pi}}{h \cdot \rho} \quad (4.3)$$

где  $h$  – толщина верхнего слоя, м, в котором распределяются выбросы свинца (принимается на пахотных землях равной 0,2 м, на остальных видах угодий, в том числе и на целине – 0,1 м);  $\rho$  – плотность почвы, кг/м<sup>3</sup>.

4. Полученные расчетные значения величины  $P_c$  и их изменение от расстояния до края проезжей части  $l$  необходимо представить в графической форме и сопоставить с ПДК свинца в почве по обще санитарному показателю, равному 32 мг/кг.

5. При необходимости уменьшения уровня загрязнения придорожной полосы свинцом следует предусматривать защитные мероприятия, аналогичные рассмотренным в работе 1.

**Примечание.** При реконструкции автодороги до I категории транспорт разделен на 2 потока, противоположных по направлению движения и отделенных друг от друга разделительной полосой шириной не менее 5 м, расчет следует вести отдельно для каждой проезжей части

(направления) для интенсивности движения равной половине общей, т.е. сначала определяют эмиссию свинца от транспортного потока каждого направления. Затем рассчитывают величину  $R_{П(1)}$  на заданном расстоянии  $l$  от края проезжей части ближайшего к расчетной точке А потока (направления) движения по формуле (п.2). После этого рассчитывают величину  $R_{П(2)}$  в точке А от потока движения противоположного направления, увеличив расстояние  $l$  в формуле (п.2) на ширину проезжей части одного направления плюс 5 м. Итоговой величиной отложения свинца в точке А от транспортных потоков обоих направлений является сумма величин  $R_{П(1)}$  и  $R_{П(2)}$ .

#### 4.2. Задание на расчет

Выполнить расчет и оценку уровня загрязнения придорожных земель выбросами свинца по исходным данным табл. 4.2. и выбрать мероприятия по снижению концентраций до допустимого уровня в условиях:

- 1) реконструкции дорог II категории до I категории;
- 2) в случае отказа от реконструкции.

Расчетный период эксплуатации автодороги 20 лет (7300 суток); исходя из розы ветров, коэффициента  $\varphi=0,7$ ; фоновое загрязнение отсутствует; тип земель – пахота с параметрами  $h=0,2$  м и  $\rho=1600$  кг/м<sup>3</sup>; шифры типов автомобилей в транспортном потоке соответствует обозначениям табл. 1.1. Средняя интенсивность движения транспортного потока  $N_a$ , авт./сут; средняя скорость движения транспортного потока для дороги III категории -  $v_1$ , км/ч, для дороги I категории –  $v_2$ , км/ч. Карбюраторные автомобили используют бензин АИ-92 ( $P_i=0,37$ ), для дизельных содержание свинца ( $P_i=0,17$  мг/л). Сельхозугодья начинаются на расстоянии 50 м от внешней кромки проезжей части автодороги, а ширина проезжей части одного направления автодороги I категории и двух направлений автодороги II категории составляет 11 м.

#### 4.3. Методические указания по выполнению задания и анализу результата расчета

Перед началом выполнения задания студент должен внимательно изучить методику расчета и оценки УЗП свинцом. После этого он выполняет расчеты величины УЗП свинцом на расстояниях 10, 25 и 50 м от внешней кромки проезжей части автодороги, указанных в табл. 4.1. При этом в расчетах, связанных с вариантом реконструкции автодороги по нормативам I категории, необходимо принять во внимание рекомендации примечания подраздела 4.1.

Итоговые результаты расчета, как для варианта реконструкции автодороги, так и в случае отказа от него необходимо представить графически в координатах  $R_c$  и  $l$  и сопоставить с ПДК свинца в почве. С помощью построенного графика студент определяет расстояние от внешней кромки проезжей части автодороги, на которой превышает ПДК, для обоих вариантов и делает вывод о влиянии реконструкции автодороги на этот экологический показатель. Если УЗП превышает ПДК на границе сельхозугодий, то следует предусмотреть защитные мероприятия, экологическую эффективность которых студент должен оценить по табл. 1.4. работы №1. Полученные результаты нанести на итоговый график.

#### 4.4. Инженерные решения по результатам расчета

На первом этапе принятия инженерных решений по результатам расчета студент проверяет экологическую обоснованность проведения реконструкции автодороги по нормативам I категории и в случае превышения показателей УЗП на границе сельхозугодий более чем на 100% над ПДК предлагает от нее отказаться.

На втором этапе, если установлена необходимость уменьшения уровня загрязнения придорожной полосы свинцом, студент должен предусматривать защитные зеленые насаждения, экраны и т.п. Перечень защитных мероприятий в табл. 1.4, составлен в порядке возрастания приведенных расходов на возведение и содержание объектов природоохранного назначения. Студент должен стремиться к достижению безопасного УЗП в расчетной точке на границе сельхозугодий, но с наименьшими затратами.

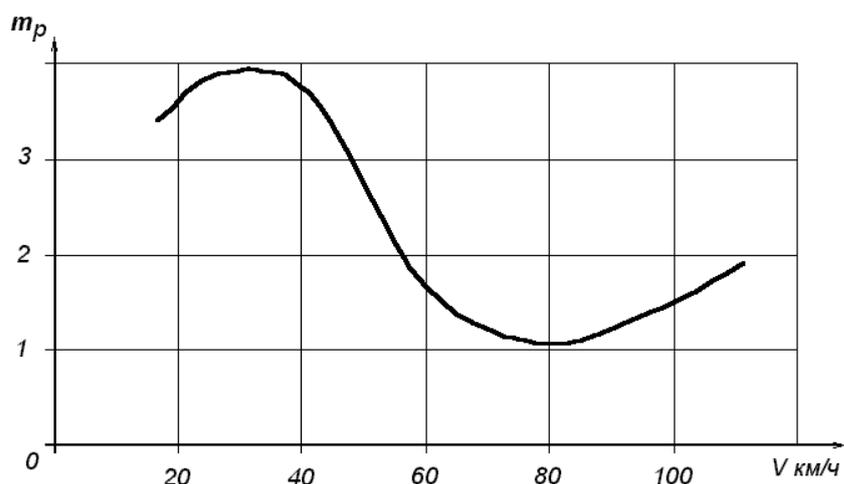


Рис. 4.1. Зависимость коэффициента  $m_p$  от средней скорости транспортного потока  $v$

**Таблица 4.1. - Величина  $K_l$  от расстояния  $l$  до края проезжей части**

$l$ , м	10	20	30	40	50	60	80	100	150	200
$K_l$	0,50	0,10	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0,001	0,0002

**Таблица 4.2 - Исходные данные к работе**

Вариант	$N_i$	Распределение автомобилей по типам, %					$U_1$ км/ч	$U_2$ км/ч
		1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6200	40	5	30	20	5	30	70
2	6000	35	10	30	20	5	35	90
3	5000	35	10	30	15	10	40	80
4	4000	40	5	25	20	10	30	75
5	3000	35	10	20	30	5	35	80
6	3500	45	2	28	22	3	45	85
7	4000	50	5	5	30	10	50	90
8	4500	35	15	25	25	0	45	80
9	5000	25	15	25	25	10	40	75
10	5500	20	20	20	20	20	35	70
11	6100	40	5	30	20	5	30	75
12	6300	35	10	30	10	5	35	90
13	6500	40	5	30	15	10	40	80
14	6700	35	5	30	30	0	30	75
15	6900	35	10	20	30	5	35	80
16	3500	45	10	30	15	0	60	90
17	4000	50	5	5	30	10	50	90
18	4500	35	15	25	20	5	45	80
19	5000	25	15	25	25	10	40	75
20	5500	20	20	20	20	20	30	70
21	6200	35	10	25	25	5	35	75
22	3000	35	10	30	20	5	50	90
23	6100	40	10	30	20	0	30	80
24	6600	45	5	20	25	5	35	75
25	6800	30	15	25	30	0	40	90