



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Геотехника и экология в строительстве»

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Лабораторные работы

**Минск
БНТУ
2012**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Геотехника и экология в строительстве»

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Лабораторные работы
для студентов строительных специальностей

Минск
БНТУ
2012

УДК 69:628.5 (076.5)(075.8)

ББК 20.1 я7

О-75

Составители :

*Н. Н. Баранов, Г. А. Колташников,
Р. И. Ленкевич, И. И. Климович, Г. Г. Рутковский*

Рецензенты :

В. Г. Шахов, И. Л. Бойко

О-75 **Основы** экологии : лабораторные работы для студентов строительных специальностей / Н. Н. Баранов [и др.]. – Минск : БНТУ, 2012. – 56 с.

ISBN 978-985-525-996-2.

Приводится методика определения параметров антропогенных экологических факторов: шума, выбросов автотранспорта, загрязнения грунтовых вод и грунтов.

УДК 69:628.5 (076.5)(075.8)

ББК 20.1 я7

ISBN 978-985-525-996-2

© Белорусский национальный
технический университет, 2012

Введение

С целью формирования у будущих инженеров навыков оценки состояния окружающей среды и понимания значений антропогенных нагрузок, которые возникают в процессе строительства и эксплуатации зданий, сооружений, автомобильных дорог, мостов и тоннелей предлагаемые лабораторные работы предусматривают исследование конкретных экологических факторов и причин их возникновения.

В первой работе студенты определяют тип агрессивности подземных вод, рассматривают их влияние на подземные бетонные сооружения, уточняют площади распространения. Вторая работа посвящена вопросу регулирования концентрации вредных веществ в грунтах и почвах путем локализации их глинистыми экранами. Степень засоления почв и грунтов химическими элементами и соединениями исследуется в третьей работе. Выполняя четвертую лабораторную работу, студенты определяют предельную концентрацию вредных веществ и зон их распространения от одиночного источника.

В больших городах основными источниками шумового и химического загрязнения являются автотранспортные магистрали. В пятой и шестой лабораторных работах определяется уровень шума и величины выбросов загрязняющих веществ автотранспортными потоками.

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АГРЕССИВНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ГРУНТОВ

Цель работы: определить тип агрессивности грунтовых вод; определить коррозионное воздействие по показателю агрессивности; определить агрессивность вод по отношению к бетону в зависимости от коэффициента фильтрации грунта.

Оборудование: прибор для определения коэффициента фильтрации; различные виды грунтов (песчаный, супесь, суглинок); карта-схема агрессивности подземных вод Беларуси; таблицы по коррозионному воздействию и показателям агрессивности среды.

Теоретические сведения

В последние десятилетия возросла техногенная нагрузка на подземные воды в связи с работой крупных горно-добывающих предприятий, химических, нефтеперерабатывающих и других производств, животноводческих комплексов, коммунального хозяйства, переноса и осаждения газовых выбросов, внесения удобрений и пестицидов и т. д., что приводит к повышению или формированию агрессивности подземных и грунтовых вод, изменяя их естественный природный состав.

Высокая водопроницаемость покровных отложений Беларуси предопределяет их слабую естественную защищенность от загрязнения. На участках особенно интенсивных антропогенных нагрузок, а также в зонах депрессионных воронок артезианских скважин загрязнения проникают в более глубокие напорные водоносные горизонты до 40–50 м, а в отдельных случаях до 100–200 м. Перечень загрязняющих компонентов достаточно широк (Cl , SO_2^{-2} , K^+ , Na^+ , тяжелые металлы, нитраты и др.). Например на территории Мозырской ТЭЦ количество хлоридов в подземных водах превышает ПДК в 6 раз, на территории ТБО «Северный» в Минске – в 2 раза, кадмия – в 3, алюминия – до 10 раз, содержание ионов аммония достигает 80 ПДК.

В пределах Республики Беларусь выделяют четыре геолого-гидрохимические зоны, характеризующиеся определенными закономерностями распространения грунтовых вод с выраженными показателями агрессивности.

Первая зона охватывает северную часть Беларуси (бассейн р. Западная Двина), где на общем фоне преимущественно неагрессивных вод фрагментарно выделяются небольшие участки (на севере Белорусского Поозерья, в районе Бешенковичей и Шумилино), воды которых имеют повышенное содержание CO_2 и относятся к углекислотному типу агрессивности. Характерна принадлежность к этому типу агрессивности грунтовых вод, заключенных в отложениях различных генетических типов, современных аллювиальных отложений пойм, древнеаллювиальных, внутриморенных и болотных отложений.

Вторая зона охватывает всю центральную и юго-восточную часть Беларуси и характеризуется распространением преимущественно неагрессивных грунтовых вод за исключением вод, «приуроченных» к древнеаллювиальным отложениям крупных рек. На отдельных участках (территориально сопряженных с древнеаллювиальными) агрессивными являются флювиогляциальные и болотные водоносные горизонты. Основным типом агрессивности в отложениях этой зоны (участки надпойменных террас р. Немана, Березины, Сожа и Днепра) является карбонатный.

Для третьей зоны – юго-запада Беларуси (бассейн р. Западный Буг) характерно широкое распространение грунтовых вод, обладающих одновременно общекислотным и углекислотным типами агрессивности. Стратиграфически эти воды «приурочены» ко всем характерным горизонтам: болотным, озерно-аллювиальным, древнеаллювиальным, флювиогляциальным, нередко и моренным.

Четвертая зона охватывает практически всю центральную часть Белорусского Полесья и характеризуется повсеместным распространением грунтовых вод с различными типами агрессивности и их разнообразным сочетанием.

Согласно СНиП различают карбонатный, углекислый, общекислотный, сульфатный и магниезиальный типы агрессивности. Для условий Беларуси наиболее характерны первые три из указанных типов агрессивности (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Типы агрессивности грунтовых вод

Типы агрессивности	Содержание
карбонатный	$\text{HCO}_3 < 2$ мг-мол/л
общекислотный	$\text{pH} < 6,5$
углекислотный	$\text{CO}_2 > 15$ мг/л
сульфатный	$\text{SO}_4 > 250$ мг/л при $\text{Cl} < 1$ г/л $\text{SO}_4 > 500$ мг/л при $\text{Cl} > 3$ г/л

Первые три типа агрессивности тесно взаимосвязаны, так как определяющие их компоненты составляют карбонатную систему, в которой изменение концентрации одного из компонентов влечет неизбежное изменение других. Поэтому они, как правило, встречаются совместно в виде различных сочетаний. При этом воды с обще-кислотным типом агрессивности не существуют сами по себе вообще, тогда как только углекислотный и карбонатный типы встречаются довольно часто.

Высокая техногенная нагрузка на подземные воды и интенсивность их загрязнения зависят от совокупности гидрогеологических условий, важнейшим из которых является водопроницаемость грунтов.

Водопроницаемостью грунтов называют их способность пропускать (фильтровать) воду через свои поры.

Показателем водопроницаемости является *коэффициент фильтрации* (K_f), который представляет собой скорость фильтрации при гидравлическом градиенте равном единице. Коэффициент фильтрации является основным расчетным показателем для вычисления возможного притока воды в строительные котлованы, проектирования дренажных устройств, определения потерь на фильтрацию в гидротехническом строительстве и т. д.

Коэффициент фильтрации имеет размерность см/с, м/сут.

Краткое описание измерительного прибора. Прибор КФ-00 предназначен для определения коэффициента фильтрации песчаных грунтов естественного и нарушенного сложения при напорных градиентах от 0 до 1.

Прибор (рис. 1.1) состоит из фильтрационной трубки 4 и внешнего стакана 6. Фильтрационная трубка с грунтом 7 в виде металлического цилиндра с упорным дном, внизу которого находится сетка 3. На верхнюю часть цилиндра устанавливается муфта 2 с сеткой 3 и стеклянным баллоном 1 (мерный сосуд), на одной стороне которого находится шкала объемов воды в миллиметрах. Упорное дно 5 снабжено прикрепленной снаружи металлической рейкой 9 с нанесенной шкалой для фиксации градиента напора воды от 0 до 1 с ценой делений 0,02. Напор воды обеспечивается за счет подъема при помощи винта 8. На соответствующий уровень во внешнем стакане 6, упорного дна 5 вместе заполненным грунтом металлическим цилиндром 4 и находящимся под ним мерным баллоном с водой 1.

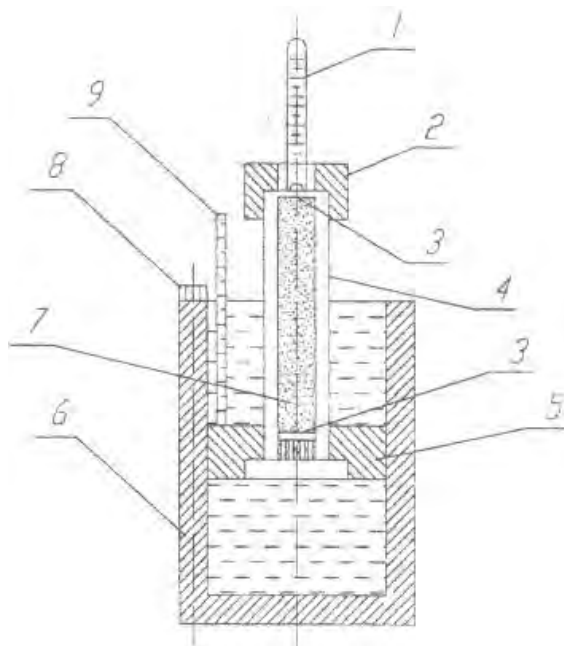


Рис. 1.1. Устройства прибора КФ-00:

- 1 – мерный баллон; 2 – муфта; 3 – латунные сетки; 4 – фильтрационная трубка;
- 5 – упорное дно; 6 – внешний стакан; 7 – образец грунта;
- 8 – винт для вертикального перемещения фильтрационной трубки;
- 9 – шкала напорного градиента

Порядок проведения работы

1. Заполнить фильтрационную трубку испытуемым грунтом.
2. Во внешний стакан налить воду и установить напорный градиент.
3. После появления влаги на поверхности грунта на него поместить сетку, одеть муфту и опустить фильтрационную трубку в крайнее нижнее положение.
4. Заполнить мерный баллон водой и вставить в муфту фильтрационной трубки.
5. После того, как начнется фильтрация, включить секундомер и определить расход воды за время.
6. По данным опыта произвести расчет коэффициента фильтрации по формуле

$$K_f = \frac{Q \cdot 864}{t \cdot F \cdot I \cdot r}, \text{ м/сут,}$$

где K_f – коэффициент фильтрации при температуре 10 °С, М/сут;

Q – объем воды, см³;

F – площадь поперечного сечения трубки, равная 25 см²;

t – время, с.;

I – напорный градиент;

r – температурная поправка (0,7 + 0,3 t°);

t° – температура воды при опыте, °С;

864 – переводной коэффициент см/с в м/сут.

Данные заносят в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Результаты опыта

Напорный градиент I	Площадь сечения трубки F , см ²	Объем профильтрованной воды Q , см ³	Время фильтрации t , с	Температура воды t° , °С	Коэффициент фильтрации K , м/сут	Коэффициент фильтрации при 10 °С K , м/сут

7. Определить агрессивность воздействия грунтовых вод на бетон в зависимости от полученного коэффициента фильтрации (прил. I).
8. Определить тип агрессивности грунтовых вод по одному из вариантов (прил. II).
9. Определить показатель агрессивности грунтовых вод данного варианта и описать коррозионное воздействие (прил. III).
10. Проанализировать распространение в Республике Беларусь данного типа агрессивных грунтовых вод (прил. IV).
11. Отметить на предлагаемой карте-схеме агрессивности грунтовых вод Беларуси распространение данного типа.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Определение степени агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на бетон

Показатель агрессивности	Показатель агрессивности жидкой среды для сооружений, расположенных в грунтах с K_f свыше 0,1 м/сут, в открытом водоеме и для напорных сооружений при марке бетона по водонепроницаемости			Степень агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на бетон
	W4	W6	W8	
Бикарбонатная щелочность, мг-экв/л (град)	Св. 0 до 1,05 (3)	–	–	Слабоагрессивная
Водородный показатель pH	Св. 5,0 до 6,5 Св. 4,0 до 5,0 Св. 0,0 до 4,0	Св. 4,0 до 5,0 Св. 3,5 до 4,0 Св. 0,0 до 3,5	Св. 3,5 до 4,0 Св. 3,0 до 3,5 Св. 0,0 до 3,0	Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Содержание агрессивной углекислоты, мг/л	Св. 10 до 40 Св. 40	Св. 40 –	–	Слабоагрессивная Среднеагрессивная
Содержание магnezиальных солей, мг/л, в пересчете на ион Mg^{2+}	Св. 1000 до 2000 Св. 2000 до 3000 Св. 3000	Св. 2000 до 3000 Св. 3000 до 4000 Св. 4000	Св. 3000 до 4000 Св. 4000 до 5000 Св. 5000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Содержание аммонийных солей, мг/л, в пересчете на ион NH_4^+	Св. 100 до 500 Св. 500 до 800 Св. 800	Св. 500 до 800 Св. 800 до 1000 Св. 1000	Св. 800 до 1000 Св. 1000 до 1500 Св. 1500	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Содержание едких щелочей, мг/л, в пересчете на ионы Na^+ и K^+	Св. 50 000 до 60 000 Св. 60 000 до 80 000 Св. 80 000	Св. 60 000 до 80 000 Св. 80 000 до 100 000 Св. 100 000	Св. 80 000 до 100 000 Св. 100 000 до 150 000 Св. 150 000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Суммарное содержание хлоридов, сульфатов, нитратов и других солей, мг/л, при наличии испаряющихся поверхностей	Св. 10 000 до 20 000 Св. 20 000 до 50 000 Св. 50 000	Св. 20 000 до 50 000 Св. 50 000 до 60 000 Св. 60 000	Св. 50 000 до 60 000 Св. 60 000 до 70 000 Св. 70 000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная

Показатель агрессивности	Показатель агрессивности жидкой среды для сооружений, расположенных в грунтах с K_f менее 0,1 м/сут, в открытом водоеме и для напорных сооружений при марке бетона по водонепроницаемости			Степень агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на бетон
	W4	W6	W8	
Бикарбонатная щелочность, мг-экв/л (град)	Св. 0 до 1,37 (3)	–	–	Слабоагрессивная
Водородный показатель pH	Св. 6,5 до 8,45 Св. 5,2 до 6,5 Св. 0,0 до 5,2	Св. 5,2 до 6,5 Св. 4,55 до 5,2 Св. 0,0 до 4,55	Св. 4,55 до 5,2 Св. 3,9 до 4,55 Св. 0,0 до 3,9	Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Содержание агрессивной углекислоты, мг/л	Св. 13 до 52 Св. 52	Св. 52 –	–	Слабоагрессивная Среднеагрессивная
Содержание магnezиальных солей, мг/л, в пересчете на ион Mg^{2+}	Св. 1300 до 2600 Св. 2600 до 3900 Св. 3900	Св. 2600 до 3900 Св. 3900 до 5200 Св. 5200	Св. 3900 до 5200 Св. 5200 до 6500 Св. 6500	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Содержание аммонийных солей, мг/л, в пересчете на ион NH_4^+	Св. 130 до 650 Св. 650 до 1040 Св. 1040	Св. 650 до 1040 Св. 1040 до 1300 Св. 1300	Св. 1040 до 1300 Св. 1300 до 1950 Св. 1950	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Содержание едких щелочей, мг/л, в пересчете на ионы Na^+ и K^+	Св. 65 000 до 78 000 Св. 78 000 до 104 000 Св. 104 000	Св. 78 000 до 104 000 Св. 104 000 до 130 000 Св. 130 000	Св. 104 000 до 130 000 Св. 130 000 до 195 000 Св. 195 000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Суммарное содержание хлоридов, сульфатов, нитратов и других солей, мг/л, при наличии испаряющихся поверхностей	Св. 13 000 до 26 000 Св. 26 000 до 65 000 Св. 65 000	Св. 26 000 до 65 000 Св. 65 000 до 78 000 Св. 78 000	Св. 65 000 до 78 000 Св. 78 000 до 91 000 Св. 91 000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная

ПРИЛОЖЕНИЕ II

Химический состав грунтовых вод

Номер варианта	Химический состав								pH
	HCO_3^- ммол/л	SO_4^{2-} мг/л	Cl^- мг/л	CO_2 мг/л	Na^+ мг/л	Mg^{2+} мг/л	K^+ мг/л	NH_4^+ мг/л	
1	0,7			12		5200	630		
2			90	16		3000		600	4,8
3		350		17		5000		700	
4	0,8			30		6000		800	
5	1,0			18	350				
6	2,0	400		25			440		
7	1,0	190		17		780			
8	1,6	280		35	7000			850	
9	1,9	160	320	38	5000			900	
10	1,5	380	440	14		30			
11	1,2		750	12	4000			1000	
12	0,9		340	10		95			
13		305		9	7000		55		
14		320		18	2000		480		
15		317	120	14	3000			1500	
16		420	670	25	5000		520		
17		460	420	16	4000		375		
18			380	14				1600	
19	0,8		470	12			4500		
20	1,3		245	16			1800		
21	0,9		315	17			600		
22			160	30	5000				4,0
23			295	18	6000				4,7
24			467	25					4,2

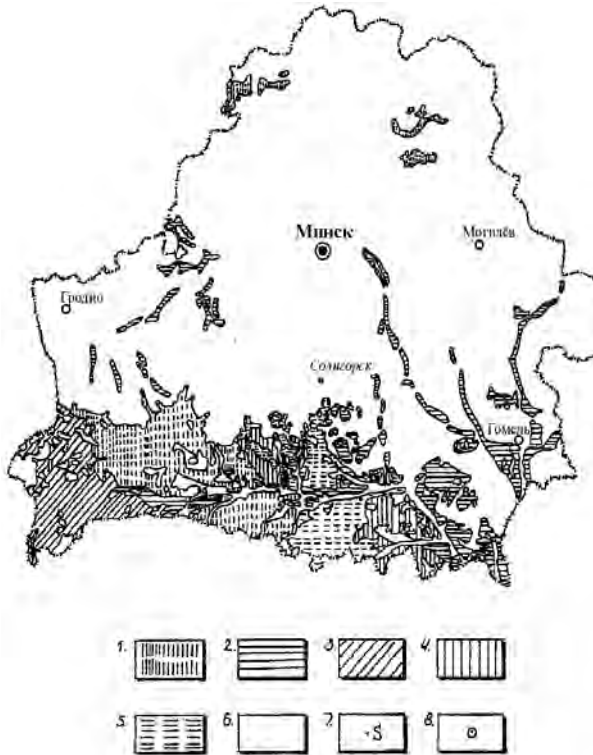
ПРИЛОЖЕНИЕ III

Виды коррозии воды – среды (СНиП 2.04.11–85)

Виды коррозии	Коррозионное воздействие	Показатель агрессивности
I	Выщелачивание растворимых компонентов	Бикарбонатная щелочность HCO_3^-
II	Образование растворимых соединений или продуктов, не обладающих вяжущими свойствами, в результате обменных реакций между компонентами цементного камня	Водородный показатель pH. Содержание свободной углекислоты HCO_3 (CO_2). Содержание магниевых солей (в расчете на ионы Mg^{2+})
III	Образование и накопление в бетоне малорастворимых солей, характеризующихся увеличением объема при переходе в твердую фазу	Содержание едких щелочей (в пересчете на ионы Na^+ и K^+). Содержание сульфатов (в пересчете на ионы SO_4^{2-}). Содержание хлоридов, сульфатов, нитратов и других солей и едких щелочей при наличии испаряющихся поверхностей

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

Карта-схема агрессивности грунтовых вод беларуси



- 1 – площади распространения грунтовых вод с преобладающим углекислотным типом агрессивности (I); 2 – площади распространения грунтовых вод с преобладающим карбонатным типом агрессивности (K); 3 – площади распространения грунтовых вод, обладающих общекислотным и углекислотным типам агрессивности (OI); 4 – площади распространения грунтовых вод, обладающих карбонатным и углекислотным типам агрессивности (KI); 5 – площади распространения грунтовых вод, обладающих общекислотным, карбонатным и углекислым типам и агрессивности (OKI); 6 – площади распространения грунтовых вод, преимущественно неагрессивных; 7 – пункт проявления сульфатной агрессивности грунтовых вод; 8 – городские агломерации, где зафиксированы агрессивные воды

Лабораторная работа № 2

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ГЛИНИСТЫМИ ЭКРАНАМИ

Цель работы: научиться определять скорость движения воды и загрязнителей в грунтах.

Оборудование: стеклянные трубки длиной 90 см; песчаный и пылевато-глинистый грунт; бюксы; аналитические весы; штативы; колбы и банки стеклянные; секундомер.

Теоретические сведения

Перемещение в грунтах растворенных в подземных водах соединений, находящихся в виде ионов, ионных пар, ассоциаций и комплексов, осуществляется в результате действия двух взаимосвязанных процессов – конвекции и диффузии.

Конвекция – это перенос частиц растворенного в жидкости вещества при ее движении. Конвективный поток вещества пропорционален действительной скорости движения жидкости, а также концентрации вещества.

Молекулярная диффузия в подземных водах обусловлена тепловым движением частиц под действием концентрации вещества в разных точках.

Процесс фильтрации воды и миграция влаги с растворенными в ней загрязняющими веществами зависят от содержания грунтовых фракций (песчаных, пылеватых, глинистых) и пористости. *Пористость* – отношение объема пор грунта к общему его объему. Поверхностные стоки, просачивающиеся в грунтовую толщу, перемещаются по направлению движения подземных вод. Доминирующим фактором миграции загрязнителей в водопроницаемых породах (крупнообломочных и песчаных) является конвективный перенос – передвижение вместе с подземным потоком. В толщах пылевато-глинистых грунтов определяющим является молекулярно-диффузный перенос в различных точках пласта. Например, при устройстве в основании шламохранилищ и различного рода накопителей защитных экранов из пылевато-глинистых грунтов молекулярно-диффузный перенос загрязняющих веществ через пласт толщиной $\delta = 1-3$ м может привести к появлению относительных концентраций $\bar{C} = c/c_{\text{вх}} = 0,01-0,001$ через 5–25 лет (рис. 2.1).

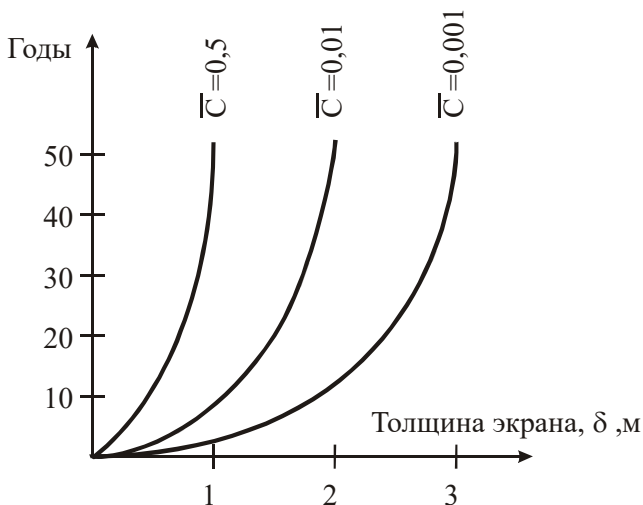


Рис. 2.1. Зависимость \bar{C} при переносе растворенных веществ через экран из суглинка

Чтобы обезопасить экологические системы, защитить железобетонные фундаменты и другие конструкции от воздействия потока загрязняющих веществ, содержащихся в грунтовых водах, вблизи техногенных объектов, необходимо на пути их миграции устраивать барьеры. Выделяют три основных типа барьеров: геохимические, физико-механические, механические.

С целью локализации (ограничения) областей загрязнения на практике устраивают горизонтальные и наклонные экраны или вертикальные экраны из пылевато-глинистых грунтов. Скорость распространения загрязнения в толще грунта зависит от его гранулометрического состава и пористости и регулируется многим рядом факторов:

- минералогическим составом частиц (кварц, каолинит, кальцит и др.);
- наличием ионов;
- способностью поверхности минеральных частиц к адсорбции;
- образованием солей вследствие химических реакций;
- диффузным (в экране) и конвекционным (в песчаной толще) переносом.

В качестве материалов для устройства экрана используются такие типы глин, которые обладают способностью к набуханию (бен-тонит, каолинит и др.), способствующие малой проницаемости экрана. Общий положительный заряд минералов глин приводит к притяжению отрицательных ионов. Благодаря адсорбции и ионному обмену тяжелые металлы быстро осаждаются в глиняном экране. Они продвигаются в нем в 100 раз медленнее, чем вода. В процессе продвижения загрязненных вод через экран первоначальное количество ионов уменьшается.

Характер передвижения некоторых видов загрязнителей в глинистой среде, установленный экспериментально, представлен на рис. 2.2.

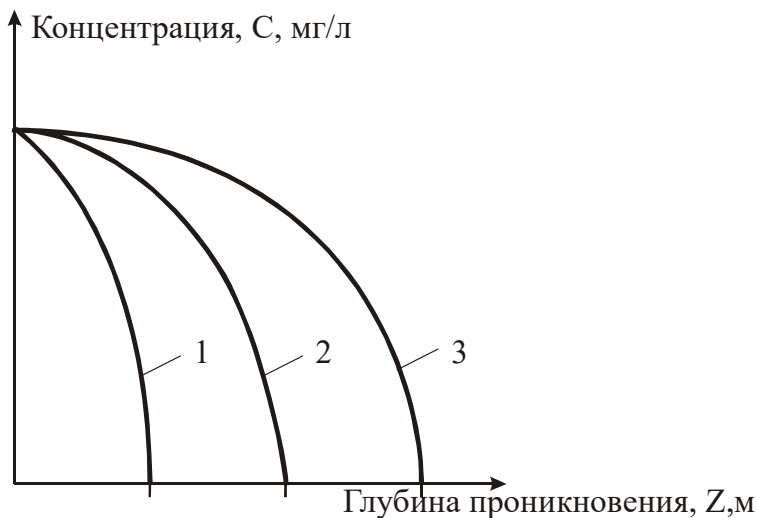


Рис. 2.2. Проникновение в глубину тяжелых металлов (1), органических веществ (2) и хлоридов (3)

Способность проникать в глинистую толщу конкретного загрязнителя можно выразить через коэффициент распределения вещества в экране K_d . По данным специальных экспериментов для органических веществ значение $K_d = 0,65$, для тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Mg, Fe, Mu) $K_d < 0,65$, а для хлоридов $K_d > 0,65$.

В пылевато-глинистых грунтах скорости фильтрации воды по сравнению с песчаными небольшие. Процесс фильтрации воды в толще с глинистым экраном исследуется с помощью стеклянной трубки, в которую помещают слои грунтов в воздушно-сухом состоянии. После определения скорости нисходящей фильтрации воды в каждом из слоев рассчитывают скорость продвижения загрязняющего вещества в экране по формуле

$$V_s = V_w \left(\frac{1}{1 + \frac{\rho K_d}{e}} \right), \text{ см/с,}$$

где V_s – скорость миграции вещества в экране, см/с;
 V_w – скорость движения воды, см/с;
 ρ – плотность пылевато-глинистого грунта, г/см³;
 K_d – коэффициент распределения вещества в экране;
 e – коэффициент пористости

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d},$$

где ρ_s – плотность глинистых минералов, $\rho_s = 2,73$ г/см³;
 ρ_b – плотность абсолютно сухого грунта

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W},$$

где W – гигроскопическая влажность пылевато-глинистого грунта, $W = 0,07-0,17$.

Порядок проведения работы:

1. Определение плотности испытуемых песчаного и пылевато-глинистого грунтов.
2. Для определения плотности пылевато-глинистый грунт взвесить и результаты занести в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Расчет плотности грунта

Номер бюкса	Масса бюкса с грунтом, г	Масса бюкса с оставшимся грунтом, г	Масса засыпанного грунта, г	Объем грунта, см ³	Плотность грунта, г/см ³
000	m_1	m_2	$m = m_1 - m_2$	$V = \pi r^2 h$ $r = 0,75 \text{ см}$ $h = 10 \text{ см}$	$\rho = m/V$

2. В градуированную стеклянную трубку длиной 90 см и с внутренним диаметром 1,5 см через воронку засыпать грунты в последовательности: на высоту 20 см – песчаный, затем на высоту 10 см – пылевато-глинистый, сверху пылевато-глинистого грунта на высоту 50 см засыпать песчаный грунт.

3. Нижний конец заполненной грунтом трубки поместить в банку, расположенную на подставке, и прикрепить к штативу.

4. В трубку сверху из стакана залить воду на высоту 20 см – до верхнего торца. При насыщении водой грунт приобретает более темный цвет, что легко определяется визуально.

5. Секундомером замерить время прохождения воды в каждом из слоев, результаты занести в табл. 2.2 и рассчитать скорости движения воды (V_w).

Таблица 2.2

Расчет скорости движения воды в грунтах

Высота слоя	Песчаный 50 см	Пылевато-глинистый 10 см	Песчаный 20 см
Время прохождения воды t , с			
Скорость V_w , см/с			

6. Рассчитать скорость продвижения органических загрязнителей в экране из испытуемого пылевато-глинистого грунта (V_s).

7. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕГКО- И СРЕДНЕРАСТВОРИМЫХ ФОРМ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ И ГРУНТАХ

Цель работы: научиться определять степень засоления почв и грунтов химическими соединениями.

Оборудование: весы с разновесами; колбы 200 и 100 мл; воронки; стеклянные палочки; фильтры; пробирки; 10%-я и 37%-й соляная кислота; концентрированная азотная кислота; азотно-кислое серебро; 20%-й раствор хлористого бария; раствор дефенеламина в серной кислоте; 4%-й раствор щавелево-кислого аммония.

Теоретические сведения

Различные виды хозяйственной деятельности, в том числе и не связанные напрямую с литосферой, зачастую сопровождаются разрушениями, трансформацией и загрязнением почв и грунтов.

Загрязнение литосферы происходит в результате деятельности промышленных предприятий, мощного потока автотранспорта, автозаправочных станций, оседания пыли от эксплуатации дорог, складирования промышленных и бытовых отходов, техногенных аварий, борьбы с гололедом. Также значительной трансформации или разрушению подвергаются грунты и почвы вследствие водной и ветровой эрозии, горно-промышленной деятельности (разведка, добыча и переработка полезных ископаемых), некачественного осуществления мелиоративных работ, строительства (промышленное, жилищное, дорожное, гидротехническое, сооружение трубопроводов, ЛЭП и т. п.).

Присутствие в почвах и грунтах легко- и среднерастворимых соединений имеет большое значение. Увеличение в них концентрации хлоридов и сульфатов приводит к дефициту доступной для растений влаги, нарушает водный режим, способствует возникновению хлорозов и некрозов листовых пластинок, отмиранию живой ткани и преждевременному опаданию листьев. Легкорастворимые соли тоже могут попадать в водоносные горизонты и скважины, ухудшая качество воды. Наиболее вредными солями являются сода (Na_2CO_3), хлориды (NaCl , MgCl_2 , CaCl_2) и сульфат натрия (Na_2SO_4), т. е. легко-растворимые соединения.

Из среднерастворимых солей безвредными для живых организмов являются карбонаты кальция и магния, а также сульфат кальция (гипс). Однако они могут влиять на прочностные характеристики грунтов, изменяя удельное сцепление (с) и угол внутреннего трения (φ). При этом также ускоряется разрушение бетонных и железобетонных конструкций и кирпичной кладки, что является важным при выборе строительной площадки.

Практически все эти соли встречаются на обочинах дорог и городских улиц, в жилых кварталах и микрорайонах вследствие разнообразной антропогенной деятельности.

Содержание водорастворимых солей в большинстве почв колеблется от сотых до десятых долей процента. Слабосолеными считаются грунты с содержанием солей от 0,01 до 0,2 %, практически незасоленными являются грунты, в которых содержание солей колеблется от тысячных до сотых долей. Засоленными считаются грунты с содержанием солей более 0,2 %. Если содержание солей превышает 1 %, то их относят к солончакам.

Порядок проведения работы

1. Приготовление почвенной вытяжки. Взвешивают 25 г растертого и просеянного грунта из почвы, переносят в коническую колбу, заливают 50 мл дисцилированной воды, взбалтывают 15 мин, отстаивают 5 мин, фильтруют через воронку со складчатым фильтром, сливая раствор по стеклянной палочке и наливая каждый раз более, чем до половины фильтра.

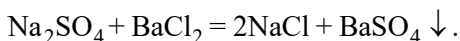
2. Определение хлор-иона. Берут в пробирку 5 см водной вытяжки, подкисляют азотной кислотой (1–2 капли) для разрушения бикарбонатов, прибавляют несколько капель азотно-кислого серебра (AgNO_3), перемешивают. По характеру осадка судят о содержании хлор-иона (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Характеристика осадка

Осадок	Содержание Cl^-	
	мг на 100 мл вытяжки	г на 100 г почвы, %
Большой хлопьевидный	> 10	десятые доли
Сильная муть	5–10	сотые доли
Опалесценция (помутнение)	1–0,1	тысячные доли

3. Определение сульфат-иона. Фильтрат водной вытяжки в количестве 2 см³ отливают в пробирку, добавляют несколько капель концентрированной соляной кислоты и 1–2 см³ раствора хлористого бария (BaCl₂). Раствор в пробирке нагревают до кипения. При наличии сульфатов происходит реакция:



Сульфат бария выпадает в виде белого мелкокристаллического осадка (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Характеристика осадка

Осадок	Содержание SO ₄ ⁻	
	мг на 100 мл вытяжки	г на 100 г почвы, %
Большой, быстро оседающий на дно	50	десятые доли
Муть, появляющаяся сразу	10–1	сотые доли
Медленно появляющаяся муть	1–0,5	тысячные доли

4. Определение кальция. Фильтрат водной вытяжки в количестве 3 см³ наливают в пробирку, подкисляют 1–2 каплями 10%-й соляной кислоты и добавляют 1,5–2 см³ 4%-го раствора щавеле-кислого аммония (NH₄)₂C₂O₄.

При наличии кальция протекает реакция с образованием оксалата кальция (CaC₂O₄) и хлористого аммония (NH₄Cl) (табл. 3.3):

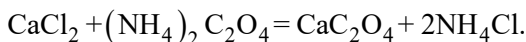


Таблица 3.3

Характеристика осадка

Осадок	Содержание Ca ⁺⁺	
	мг на 100 мл вытяжки	г на 100 г почвы, %
Большой, выпадающий сразу	50	десятые доли
Муть, выделяющаяся при перемешивании	10–1	сотые доли
Слабая муть, выделяющаяся при стоянии	1–0,1	тысячные доли

5 Определение нитратов. В пробирку наливают 2 см³ фильтрата водной вытяжки и по каплям добавляют раствор дифениламина в серной кислоте. При наличии нитратов раствор окрашивается в синий цвет.

6. Заключение о наличии солей в пробе почвы. По итогам лабораторных испытаний заполняется отчет по форме.

Наименование солей	Отметка о наличии в почве (+) или (-)	Характеристика раствора или осадка	Содержание солей		Степень засоления
			мг на 100 мл	г на 100 г, %	
Хлориды					
Сульфаты					
Карбонаты					
Нитраты					

Лабораторная работа № 4

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ

Цель работы: научиться определять опасность выбросов от одиночного точечного источника и рассчитать ПДВ.

Оборудование: контурные карты г. Минска; прил. 1. Параметры выбросов нагретой газовой смеси; прил. 2. Баллы по шкале Бофорта и действие ветра.

Теоретические сведения

При проектировании новых и реконструкции действующих промышленных предприятий необходимо заранее рассчитать ожидаемое количество и состав выбросов. На базе выполненных расчетов прогнозировать вероятный уровень загрязнения атмосферного воздуха и разрабатывать возможные природоохранные мероприятия. Ожидаемое количество выбросов определяют расчетным путем по укрупненным удельным показателям.

Наиболее действенным инструментом в защите атмосферного воздуха от вредных веществ является разработка и внедрение ПДВ.

На рассеивание ЗВ в атмосфере влияют:

- направление ветра;
- скорость ветра;
- температура атмосферного воздуха;
- температурная стратификация атмосферы.

Приземная концентрация загрязняющих веществ зависит:

- от состава образующейся пылегазовоздушной смеси;
- параметров источника выброса;
- интенсивности выброса;
- температуры выброса;
- эффективности пылеулавливания;
- аэродинамических условий.

Термины и определения

ПДК – предельно допустимая концентрация – такая концентрация вещества, которая не оказывает вредного воздействия на организм.

ПДК_{мр} – максимальная разовая концентрация – такая «мр» концентрация вещества, которая не оказывает вредного воздействия на организм в течение 20 мин.

ЗВ – загрязняющие вещества.

ПДВ – предельно допустимый выброс – научно-технический норматив, устанавливаемый из условия, что содержание ЗВ в приземном слое воздуха (на высоте 1,5–2 м от поверхности земли) от рассматриваемого источника не превысит ПДК для населения, животных и растений.

Расчет приземной максимальной концентрации от одиночного источника

Максимальную концентрацию ЗВ в приземном слое (C_{\max} , мг/м³), от одиночного точечного источника выброса круглого сечения рассчитывают по формуле

$$C_{\max} = \frac{AMF\eta mn}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}},$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и характеризующий условия перемешивания примесей (для Беларуси $A = 140$);

M – интенсивность выброса мг/с;

H – высота источника выброса, м;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания частиц из атмосферы и применяемый:

$F = 1$ (для газообразных веществ);

$F = 2$ (для минеральных частиц: при степени очистки более 90 %);

$F = 2,5$ (то же при степени очистки от 75 до 90 %);

$F = 3$ (то же при степени очистки менее 75 %);

η – коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности на рассеивание примесей ($\eta = 1$ для ровных поверхностей, $\eta < 1$ – для местности с препятствием);

m – коэффициент, учитывающий условия выхода нагретой смеси газов:

$$m = \left(0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f} \right)^{-1},$$

$$f = 1000 \cdot \frac{U_0^2 D}{H^2 \Delta T},$$

где U_0 – скорость выхода нагретой смеси газов, м/с;

D – диаметр сечения источника выброса, м;

n – коэффициент, учитывающий скорость ветра U_m' (см. прил. 2)

при $U_m > 2$ м/с $n = 1$;

$0,5 < U_m \leq 2$ м/с $n = 0,532U_m^2 - 2,13U_m + 3,13$;

$U_m \leq 0,5$ м/с $n = 4,4 U_m$;

V_1 – объем выбрасываемой нагретой смеси газов

$$V_1 = \frac{\pi D^2 U_0}{4}, \text{ м}^3/\text{с};$$

ΔT – разность температур нагретой смеси и атмосферного воздуха, °С; $T_0 - T_a$

Расчет максимального расстояния до точки формирования максимальной концентрации от источника выброса

Максимальное расстояние X_{\max} , м, от точечного источника выброса до точки C_{\max} рассчитывается по формуле

$$X_{\max} = \frac{5 - F}{4} \cdot dH,$$

где d – безразмерный эмпирический коэффициент влияния скорости ветра, который определяется в зависимости от параметра U_m :

$d = 2,48U_m (1 + 0,28\sqrt[3]{f})$ при $U_m \leq 0,5$ м/с;

$d = 4,95U_m (1 + 0,28\sqrt[3]{f})$ при $0,5 < U_m < 2$ м/с;

$d = 7\sqrt{U_m} (1 + 0,28\sqrt[3]{f})$ при $U_m > 2$ м/с.

Расчет уровня загрязнения в приземном слое

$$УЗ = \frac{C_{\max}}{\text{ПДК}_{\text{мр}}} \leq 1,$$

где для SO_2 $\text{ПДК}_{\text{мрSO}_2} \leq 0,5 \text{ мг/м}^3$;

для NO_x $\text{ПДК}_{\text{мрNO}_x} \leq 0,085 \text{ мг/м}^3$;

для золы $\text{ПДК}_{\text{мр}} \leq 0,5 \text{ мг/м}^3$.

Опасность отсутствует, если на расстоянии X_{\max} соблюдается условие непревышения уровня загрязнения.

При оценке опасности загрязнения атмосферы оксидами SO_2 и NO_x следует учитывать однонаправленное действие этих веществ (т. н. «эффект суммации»), т. е.

$$УЗ = \frac{C_{\max \text{SO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{SO}_2}} + \frac{C_{\max \text{NO}_x}}{\text{ПДК}_{\text{NO}_x}} \leq 1.$$

В случае превышения норм (т. е. $УЗ > 1$) следует, пользуясь формулой $C_{\max} = \frac{AMF\eta mn}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}$, рассчитать ПДВ, при котором не будет превышения уровня загрязнения.

Определение значения величины ПДВ

Расчет ПДВ для данного источника базируется на мощности выброса M_v при $C_{\max} = \text{ПДК}$

$$M_v = \frac{C_{\max} H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}{AFmn\eta}, \text{ мг/с.}$$

При окончательном расчете ПДВ необходимо учесть фоновую концентрацию веществ C_{ϕ} и эффект суммации

$$\text{ПДВ} = \frac{(C_{\max} - C_{\phi}) H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}{AFmn\eta}, \text{ мг/с,}$$

где $C_{\phi, \text{SO}_2} = 0,001 \text{ мг/м}^3$;
 $C_{\phi, \text{NO}_x} = 0,015 \text{ мг/м}^3$;
 $C_{\phi, \text{зола}} = 0,018 \text{ мг/м}^3$.

Порядок проведения работы

1. По заданному варианту прил. I рассчитать значения величин C_{\max} и X_{\max} .
2. Оценить уровень загрязнения приземного слоя воздуха для каждого из веществ.
3. Определить допускаемую мощность выброса ПДВ.
4. Результат расчетов представить в табличной форме.
5. На контурную карту г. Минска нанести конкретный одиночный источник и определить X_{\max} .

Вещество	C_{\max} , мг/м ³	X_{\max} , м	УЗ	ПДВ, мг/с
Окислы серы				
Окислы азота				
Зола				

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Параметры выброса нагретой газовой среды

Вариант	M _{SO₂} , мг/с	M _{NO_x} , мг/с	M _{золь} , мг/с	H, м	Д, м	U ₀ , м/с	T ₀ , °C	T _а , °C	Степень очистки, %	Характеристика ветра
1	6,0	5,9	63,0	28	1,0	12,0	160	20	90	Тихий
2	8,0	5,2	42,0	30	1,4	8,0	125	12	75	Очень крепкий
3	10,0	3,8	14,5	25	1,0	12,5	100	19	76	Легкий
4	30,0	4,2	69,3	28	1,5	15,0	80	15	78	Слабый
5	25,0	1,5	15,0	18	0,7	16,0	90	+10	77	Крепкий
6	15,0	4,3	14,2	15	0,8	21,0	130	-5	74	Свежий
7	12,0	4,2	17,0	28	1,0	12,0	160	20	70	Сильный
8	15,0	7,8	19,2	32	1,5	9,0	125	25	80	Умеренный
9	42,0	6,2	14,1	20	1,2	10,0	135	-15	85	Тихий
10	19,5	4,3	26,5	24	1,5	14,0	215	+25	89	Умеренный
11	18,0	2,0	34,5	25	1,7	10,0	220	+20	84	Легкий
12	7,0	2,2	44,5	30	1,5	9,0	180	30	79	Сильный
13	15,4	2,0	18,9	23	1,2	14,0	175	-5	80	Очень крепкий
14	16,0	2,8	14,1	18	1,0	6,0	170	0	85	Свежий
15	8,0	3,5	27,5	19	1,0	11,0	200	12	90	Крепкий
16	21,0	6,6	34,8	35	1,5	19,0	210	14	92	Легкий
17	32,0	7,4	52,1	30	1,5	14,0	190	-20	91	Слабый
18	29,0	4,2	58,4	40	2,0	9,0	145	19	89	Тихий
19	15,0	5,6	62,1	38	1,8	8,0	140	15	85	Сильный
20	14,0	9,8	63,2	24	1,5	10,0	155	-5	75	Умеренный
21	13,0	5,4	50,0	19	1,0	13,0	180	-10	76	Очень крепкий
22	8,0	3,2	42,2	20	1,0	12,0	165	18	80	Свежий
23	7,0	6,4	24,0	30	1,4	15,0	160	20	77	Крепкий

ПРИЛОЖЕНИЕ II

Баллы шкалы Бофорта и действие ветра

Баллы Бофорта	Скорость ветра U_m , м/с	Характеристика ветра	Действие ветра
0	0	Штиль	Отсутствие ветра. Дым из труб поднимается отвесно
1	0,9	Тихий	Дым из труб поднимается не совсем отвесно
2	2,4	Легкий	Движение ветра ощущается лицом. Шелестят листья
3	4,4	Слабый	Колеблются листья и мелкие сучья. Развеваются легкие флаги
4	6,7	Умеренный	Колеблются тонкие ветки деревьев. Ветер поднимает пыль и клочки бумаги
5	9,3	Свежий	Колеблются большие сучья. На воде появляются волны
6	12,3	Сильный	Колеблются большие ветки. Гудят телефонные провода
7	15,6	Крепкий	Качаются стволы небольших деревьев. На море поднимаются пенящиеся волны
8	18,9	Очень крепкий	Ломаются ветки деревьев. Трудно идти против ветра
9	22,6	Шторм	Небольшие разрушения. Срываются дымовые трубы и черепица
10	26,4	Сильный шторм	Значительные разрушения. Деревья вырываются с корнем
11	30,5	Жесткий шторм	Большие разрушения
12	34,8		
13	39,2		
14	43,8		
15	48,6	Ураган	Опустошительные разрушения
16	53,5		
17	58,6		

Лабораторная работа № 5

ШУМОВОЙ РЕЖИМ ТРАНСПОРТНОЙ МАГИСТРАЛИ, ТЕРРИТОРИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ

Цель работы: научиться определять уровень шума, создаваемого транспортной магистралью на территориях жилой застройки и в помещениях

Оборудование: измерительная рулетка 50 м; сигнальные флажки; секундомер.

Теоретические сведения

Среди антропогенных экологических факторов в городе важнейшим является шум. *Шумовое загрязнение* – это превышение уровня естественного шума и изменение звуковых характеристик (периодичности, силы звука) вследствие работы транспорта, промышленных устройств, бытовых приборов и т. д. Частотный диапазон шумов, слышимых человеком, 16–20000 Гц. Наиболее опасны шумы в диапазоне 3000–5000 Гц. По характеру спектра шумы делятся на широкополосные и тональные; по временным характеристикам: на постоянные и непостоянные. В свою очередь непостоянные шумы делятся на колеблющиеся во времени, прерывистые и непрерывистые. Шум как волновое колебание упругой среды измеряется в децибелах (дБ), общий уровень непостоянного во времени звукового давления L_A , дБА (определяется шумомером на кривой частотной коррекции A). Санитарный порог шума – 55 дБА. Уровень шума на автомагистралях составляет 65–75 дБА, на автотрассах с интенсивным движением – 100 дБ, от пневматического отбойного молотка – 120 дБА, от ТЭС в момент сброса в атмосферу пара – 132 дБА, от работающих двигателей сверхзвуковых самолетов – 145 дБА.

Работа в шуме вызывает быструю утомляемость, снижает умственную активность и производительность труда, приводит к нервным заболеваниям и потере слуха. Шум сокращает жизнь человека на 10–12 лет. Музыкальные шумы при интенсивности 120 дБА являются шумовыми наркотиками и приводят к «шумовому опьянению», которое возникает в результате резонанса клеточных

структур в ответ на громкие ритмичные звуки. Уровень шума, создаваемый современной электронной музыкой, превышает болевой порог и достигает 130 дБА. При интенсивности шума 140–145 дБА появляются вибрации в тканях носа, горла, зубах. При шуме более 160 дБ разрываются барабанные перепонки. Допустимый уровень шума в квартире – 40 дБА.

Термины и определения

Звук – распространяющиеся в упругой среде и воспринимающиеся слухом (ухом) возмущения в виде колебаний и волн (в воздухе – воздушный шум, в жидкости или твердом теле – структурный звук).

Порог слышимости – воспринимаемое незащищенным человеческим ухом давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па (человеческое ухо слышит звук на частоте 1 кГц в динамическом диапазоне от P_0 до $P = 20$ Па).

Полное давление P_i – создавшееся в реальных условиях в рассматриваемой области давление (скалярная величина, зависящая от времени t и координаты r).

Звуковое давление P – это переменное изменение статического давления воздуха, измеряемое в паскалях ($1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$):

$$P = P_i - P_0.$$

Звуковой луч – направление распространения звуковой волны.

Фронт волны – геометрическое место точек, в которых фаза колебаний имеет одно и то же значение.

Звуковое поле – область пространства, в которой распространяются звуковые волны.

Частота колебаний f – величина, обратная периоду колебаний, измеряемая в герцах:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}, \text{ Гц},$$

где ω – круговая частота, рад/с.

Резонанс – явление, при котором имеет место совпадение частот колебаний вынужденных f и свободных f_0 .

Затухающие колебания – свободные колебания с убывающей (затухающей) энергией.

Инфразвук – колебания или волны с частотой, лежащей ниже нижней граничной частоты восприятия уха человека (ниже 16 Гц).

Ультразвук – колебания или волны с частотой выше верхней граничной частоты восприятия уха человека (выше 16 кГц).

Шум – звук, нарушающий тишину, постоянно присутствующий или мешающий слуховому восприятию, приводящий к напряженности или нарушению здоровья (нежелательный, неприятный).

Шум окружающей среды – звук, который обычен для определенного места (цех, квартира, улица).

Уровень звукового давления (УЗД) – параметр практической оценки шума L , дБ (децибелл):

$$L = 10 \lg(P_i^2 / P_0^2) = 20 \lg(P_i / P_0).$$

Уровень звуковой мощности (УЗМ) – параметр практической оценки звука L_p , дБ:

$$L_p = 10 \lg(N_i / N_0),$$

N_i – звуковая мощность источника, принимаемая по паспортным данным, Вт;

N_0 – пороговая звуковая мощность, $N_0 = 2 \cdot 10^{-12}$ Вт.

Уровень звука – общий уровень непостоянного во времени звукового давления, L_A дБА (определяется шумомером на кривой частотной коррекции А).

Суммарный (эквивалентный) уровень звука $L_{A_{\text{ЭКВ}}}$, дБА – уровень стабильного широкополосного неимпульсного шума.

Источники и нормирование шума

Цель гигиенического нормирования: профилактика возможных функциональных расстройств и заболеваний, развития чрезмерного утомления и снижения трудоспособности населения. Степень шумозащищенности определяется нормами допустимого шума для территории или помещения данного значения.

Нормируемыми параметрами постоянного шума в расчетных точках следует считать уровни звукового давления L , дБ, в октав-

ных полосах частот со среднегеометрическими частотами: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Нормируемыми параметрами колеблющегося во времени шума в расчетных точках следует считать эквивалентные (по энергии) уровни звука $L_{Aэкв}$, дБА.

Нормируемыми параметрами прерывистого и импульсного шума в расчетных точках следует считать эквивалентные (по энергии) уровни звукового давления $L_{эКВ}$, дБ, в октавных полосах, что и для L .

Допустимые значения величин L ($L_{эКВ}$) в октавных полосах частот в зависимости от вида помещений и территорий находятся в пределах 13–79 дБ, а L_A и $L_{Aэкв}$ – в пределах 25–60 дБА (55 дБА для жилой застройки) и принимаемых в соответствии с таблицей 1 СНиП 23–03–2003. «Защита от шума». Октавные уровни величины L , дБ, в расчетных точках, если источник расположен на территории застройки, следует определять по формуле

$$L = L_p - 15 \lg r + 10 \lg \Phi - \frac{\beta_a \cdot r}{1000} - 10 \lg \Omega,$$

где L , L_p – см. выше;

r – расстояние в м от источника шума до расчетной точки ;

Φ – фактор направленности источника шума ($\Phi = 1$ при равномерном излучении звука);

β_a – затухание звука в атмосфере, дБ/км,

Частоты октавных полос	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
β_a , дБ/км	0	0,7	1,5	3	6	12	24	48

Ω – пространственный угол излучения звука:

$\Omega = 4\pi$ – в пространстве;

$\Omega = 2\pi$ – на поверхности территории или ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Принципы защиты застройки от шума

К ним относится комплекс градостроительных мероприятий строительного-акустических средств снижения шума:

- зонирование территорий;
- экранирование;
- шумозащитные окна;
- шумозащитные здания.

Функциональное зонирование заключается в отделении селитебных, лечебных и рекреационных районов от промышленных и коммунально-складских, а также транспортных коммуникаций. Это достигается обеспечением:

- соблюдения минимальных расстояний между границами зон;
- временем действия определенных уровней звука (в ночное и дневное время);
- различных допускаемых уровней звука.

Шумозащитные здания (выделяют два типа):

- дома со специальной объемно-планировочной структурой и объемно-пространственными решениями (не более одной комнаты со стороны улицы);
- окна и балконные двери имеют повышенную звукоизоляцию и снабжены специальными вентиляционными устройствами, совмещенными с глушителями шума.

Комплекс вышеупомянутых мероприятий реализуется экологической архитектурой, охватывающей направления:

- ландшафтное;
- эстетическое;
- выделение зон (селитебных, рекреационных, санитарно-защитных, промышленных, внешнего транзита, коммунально-складских).

Оценка шумового режима

Шумовой фон районов застройки формирует, главным образом, городской транспорт. Шумы оценивают параметрами $L_{A_{экв}}$. Величину этого показателя измеряют шумомерами и фильтрами. Однако они отражают состояние на момент измерений, а не стабильное значение уровня звука $L_{A_{экв}}$. Для определения значения величины $L_{A_{экв}}$ на дороге и на территории жилой застройки проводят натурное обследование транспортной магистрали и территории, включающее в себя параметры:

- размеры проходящих потоков;

- структура автомобильного потока;
- скорость автомобильного потока;
- расстояние от автодороги до конструкций зданий и сооружений;
- наличие экранирующих устройств (забор, киоск, строение, земляной вал, вертикальные щиты и др.) и их параметры;
- ширина улицы между фасадами зданий;
- вид покрытия проезжей части;
- наличие уклона дороги.

Натурное обследование территории

На обочине транспортной магистрали располагаются наблюдатели, которые фиксируют параметры движения в «часы пик». Результаты полученных данных сводят в табл. 5.1

Место обследования _____
(адрес)

Время обследования _____
(дата, время суток, погода)

Таблица 5.1

Размеры проходящих потоков

Интервалы времени обследования	Размеры проходящих потоков				
	Автомобили		Автобусы	Микроавтобусы	Троллейбусы
	легковые	грузовые			

По данным табл. 5.1 устанавливают: интенсивность движения N – количество единиц в 1 час, P – процент содержания в потоке грузового и общественного транспорта. Результаты сводят в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Скорости автомобильного потока

Расстояние	Время, с	Вид транспорта	Скорость, км/ч
		троллейбус	
		автобус / микроавтобус	
		автомобиль легковой	
		автомобиль грузовой	
		микроавтобусы	

По данным табл. 5.2 устанавливают среднюю скорости V в км/ч.

Вид покрытия проезжей части: _____
(асфальтобетон, цементобетон, гравий, песок, связный грунт)

Расстояние от автомагистрали до фасадной стороны здания (r , м).

Всего, асфальтовое покрытие, газон, зеленые насаждения, открытый грунт

Экранирующие элементы и их расположение: забор, киоск, строение, земляной вал, вертикальные щиты.

Ширина улицы между фасадами зданий – _____ м.

Наличие уклона дороги (%).

Расчет уровня шума, создаваемого транспортной магистралью*Графический расчет*

На практике используют графоаналитический метод расчета уровня звука (специальная номограмма ЦНИИП градостроительства). По натурному обследованию территории и потоков транспорта прилегающей магистрали выявляют исходные данные N_1 , V и P .

Эквивалентные уровни звука в РТ определяют по номограмме, приведенной на рис. 5.1.

V - средневзвешанная скорость потока
 P - процент общественного и грузового транспорта
 N - интенсивность движения в двух направлениях

- промежуточные показатели
 - заданные показатели
 - результат расчёта
- ① ⑦

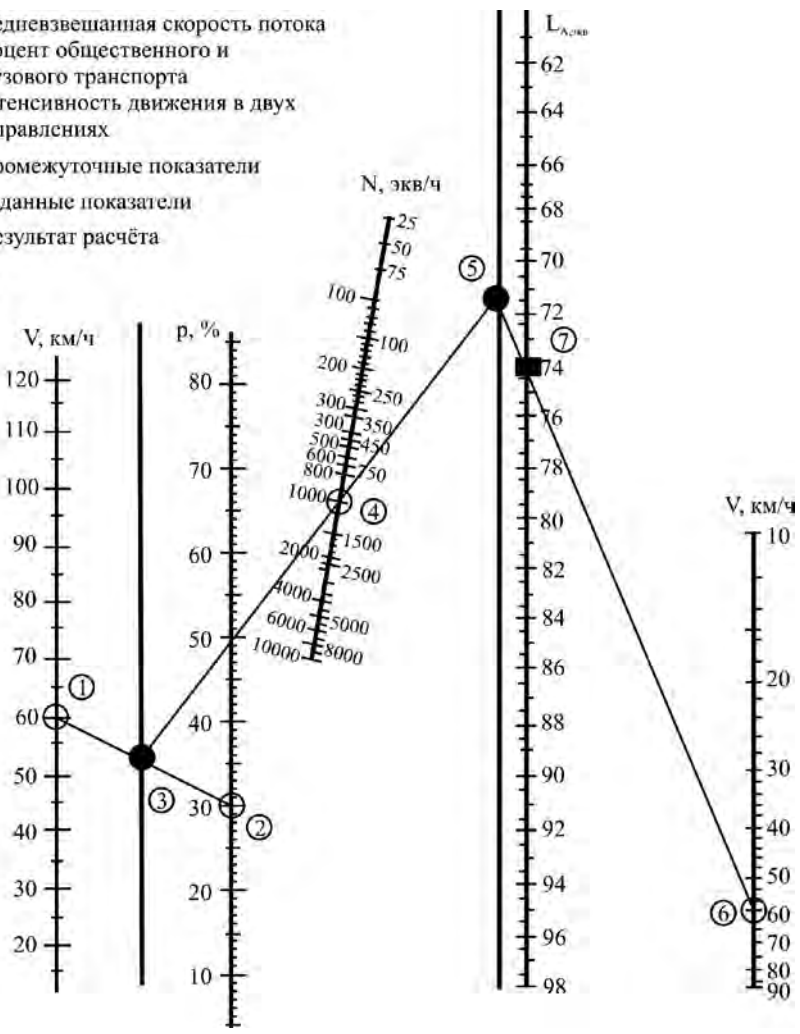


Рис. 5.1. Номограмма для определения $L_{экв}$ в 7,5 м от оси ближайшей полосы движения транспорта

В номограмме величина $L_{A_{\text{ЭКВ}}}$ поставлена в зависимости от сочетания парных значений: вначале от скорости движения V , км/ч, и процента содержания в потоке грузового и общественного транспорта P , % (шкала в левой части рисунка), а затем от плотности потока N (правая часть графика).

Аналитический расчет

Значение величины $L_{A_{\text{ЭКВ}}}$, создаваемого автотранспортом на транспортной магистрали:

$$L_{A_{\text{ЭКВ}}} = 10 \lg N + 13,3 \lg V + 4 \lg(1 + p) + \Delta L_{A_1} + \Delta L_{A_2} + 15, \text{ дБа},$$

где ΔL_{A_1} – поправка, учитывающая вид покрытия проезжей части улицы или дороги, дБа (при асфальтобетонном покрытии $\Delta L_{A_1} = 0$, при цементобетонном – 3 дБа);

ΔL_{A_2} – поправка, учитывающая продольный уклон улицы или дороги, дБа, определяемая по табл. 5.3.

Таблица 5.3

Уровень шума в зависимости от уклона дороги

Продольный уклон улицы или дороги, %	Доля средств грузового и общественного транспортного потока, %				
	0	5	20	40	100
2	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5
4	1,0	1,5	2,5	2,5	3,0
6	1,0	2,5	3,5	4,0	5,0
8	1,5	3,5	4,5	5,5	6,5
10	2,0	4,5	6,0	7,0	8,0

Расчет величин $L_{A_{\text{ЭКВ}}}$, создаваемого трамваями

Натурное обследование территории выполняется вдоль трамвайного пути. Эквивалентный уровень $L_{A_{\text{ЭКВ}}}$ определяется по формуле

$$L_{A_{\text{ЭКВ. тр}}} = 10 \lg N + \Delta L_{A5} + 51, \text{ дБА},$$

где N – интенсивность движения трамваев, пар/ч;

ΔL_{A5} – поправка, учитывающая влияние основания пути, дБА, определяется по табл. 5.4.

Таблица 5.4

Увеличение уровня шума в зависимости
от трамвайного пути

Основание пути	ΔL_{A5} , дБА
Шпально-песчаное	0
Шпально-щебеночное	+4
Шпально-щебеночное на монолитной плите	+1
Монолитно-бетонное	+10

Расчет уровня шума, создаваемого транспортной магистралью всеми видами транспорта

Расчет эквивалентного уровня шума от всех видов транспорта на расстоянии 7,5 м от оси магистрали рассчитывается по формуле

$$L_{A_{\text{ЭКВ}}} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{A_i \text{ЭКВ}}} \right), \text{ дБА}.$$

Расчет $L_{A_{\text{ЭКВ}}}$ на территории жилой застройки

Эквивалентный уровень звука $L_{A_{\text{ЭКВ}}}$, создаваемый транспортом у фасада здания, определяется по формуле

$$L_{\text{Аэкв. тер}} = L_{\text{Аэкв}} - \Delta L_{A_3} + \Delta L_{A_4}, \text{ дБА},$$

где ΔL_{A_3} – снижение уровня шума в зависимости от расстояния от оси полосы движения транспорта до расчетной точки и от вида поверхности на этом участке

$$\Delta L_{A_3} = x_1 + x_2 + x_3 + x_4,$$

где x_1 – снижение уровня шума под влиянием открытого грунта;

x_2 – снижение уровня шума под влиянием газона;

x_3 – снижение уровня шума под влиянием зеленых насаждений;

x_4 – снижение уровня шума под влиянием экранирующих устройств.

Снижение уровня шума в зависимости от поверхности рассчитывается по формуле

$$x_i = K_i x,$$

где K_i – коэффициент поглощения шума, составляющий: для асфальта – 0,9; открытого грунта – 1; газона – 1,1; зеленых насаждений из двух рядов деревьев шириной 6 м – 1,2; той же полосы с сомкнутыми кронами с подлеском и кустарником – 1,5;

x – снижение уровня шума в результате сферического характера распространения волн

$$x = 10 \lg \frac{r}{7,5}, \text{ дБА},$$

где r – протяженность i -го покрытия, м;

x_4 – снижение шума экранирующими устройствами; определяется по табл. 5.5.

Таблица 5.5

Снижение шума за счет экранирующего устройства

Эмпирический параметр W	Снижение уровня шума x_4 , дБ	Эмпирический параметр W	Снижение уровня шума x_4 , дБ
1,0	14	3,0	23
1,5	17	3,5	24
2,0	19	4,0	25
2,5	22	–	–

$$W = \frac{1,414 \cdot h}{\sqrt{\lambda}} \cdot \sqrt{\frac{a+b}{a \cdot b}},$$

где λ – длина волны, м (при 500 Гц $\lambda = 0,68$ м);

h – высота экрана, м (здание, сплошной забор и другие сооружения);

a – расстояние от источника шума до экрана, м;

b – расстояние от экрана до исследуемой точки, м;

ΔL_{A_4} – поправка, учитывающая влияние отраженного звука, определяемая по табл. 5.6, в зависимости от отношения

$$h_{p,t}/B,$$

где $h_{p,t}$ – высота расчетной точки над поверхностью территории ($h_{p,t} = 1,5$ м);

B – ширина улицы между фасадами зданий.

Таблица 5.6

Уровень отраженного звука в зависимости от типа застройки

Тип застройки	Односторонняя	Двусторонняя				
		отношение $h_{p,t}/B$				
		0,05	0,25	0,4	0,55	0,7
ΔL_{A_4} , дБА	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5

Шумовой режим помещений

При определении влияния транспорта на шумовой режим помещений учитывается наиболее слабое место ограждающих конструкций – оконные блоки. Проникая через эти элементы зданий, воздушный шум ослабевает. Используя данные табл. 5.7, можно рассчитать снижение уровня звука.

Таблица 5.7

Снижение уровня шума в зависимости от конструкции окна

Тип заполнения оконного проема	Толщина стекла, мм	Воздушный промежуток между стеклами, см	Притворы без прокладок	Притворы с уплотняющими прокладками	Глухое остекление
Открытое окно	–	–	5	–	–
Открытая форточка	–	–	10	–	–
Одинарный переплет	1,5–2	–	20	20	22
	4–5	–	21	23	26
	6–8	–	24	27	29
Спаренный переплет	1,5–2	3–5	21	22	24
	4–5	3–5	23	25	27
	6–8	3–5	25	28	30
Двойной переплет	1,5–2	10–12	31	36	38
		20–25	34	39	41
	4–5	10–12	35	40	43
		20–25	38	44	46
	6–8	10–12	37	42	45
		20–25	40	46	48

Рекомендуемые уровни шума для видов трудовой деятельности представлены в табл. 5.8.

Таблица 5.8

ПДУ (предельно допустимые уровни) шума в помещении

Вид трудовой деятельности	Степень напряженности	Рекомендуемые уровни, дБ(А)
Выработка концепций, новых программ; творчество, преподавание	IV	40
Руководство производством	IV	50
Умственная работа, требующая сосредоточенности	III	55
Умственная работа с оперативными и управленческими функциями	III	60
Умственная операторская работа по точному графику и инструкциям	II	65
Физическая работа, связанная с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем	II	80

Порядок проведения работы

1. Изучить терминологию и определения.
2. Ознакомиться с методикой проведения натуральных наблюдений и обмеров.
3. Изучить расчетные формулы и определяемые по ним параметры.
4. Выполнить натурные исследования на транспортных магистралях.
5. Сделать анализ шумовой ситуации с выводами и рекомендациями.

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЯХ

Цель работы: научиться оценивать величину выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками на городских магистралях.

Оборудование: измерительная рулетка 100 м; секундомер; сигнальные флажки; полевые журналы.

Теоретические сведения

Основным источником загрязнения атмосферы в городе является автотранспорт. Так, в г. Минске на долю автотранспорта приходится 80 % загрязнений атмосферы, в г. Москве – 90 %.

Автотранспорт как источник загрязнения воздуха имеет свои особенности:

- количество автотранспорта интенсивно увеличивается;
- автотранспорт – движущийся источник, который встречается на строительных площадках, на территории больниц, санаториев, в охранных зонах и т. д.;
- выхлопные газы автомобилей содержат около 200 наименований выбросов и из них только 6 является нетоксичными.

Загрязняющие атмосферу вещества классифицируются следующим образом:

раздражающие – вызывают ответную реакцию живых организмов;
токсичные (от греч. «*токсикон*» – яд) – оказывают вредное воздействие на организмы (окислы серы, окислы азота; фенол, сероводород, сероуглерод, угарный газ, формальдегид, бенз(а)пирен, свинец, пары бензина);

сенсibiliзирующие (от лат. «*чувствительный*») – повышают чувствительность организма к воздействиям химических соединений и лежат в основе аллергии (пыль, пух, нитраты);

мутагенные – вызывают изменение наследственных свойств в организме в результате нарушений в генетическом материале (бенз(а)пирен, формальдегид, свинец);

канцерогенные (от лат. «*канцер*» – рак) – вызывают образование раковых клеток и опухолей (бенз(а)пирен, пыль, формальдегид, бензол);

тератогенные (от гр. «*тератос*» – чудовище) – вызывают формирование аномалий и уродств в процессе эмбрионального развития (диоксины, фураны, бенз(а)пирен).

Последствиями загрязнения атмосферы являются: ухудшение здоровья людей; разрушение строительных материалов и конструкций, коррозия металла; замедление роста зеленых насаждений; изменение климатических условий.

Для оценки величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками на городских магистралях используются результаты натурных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков с подразделением по основным категориям автотранспортных средств.

Усредненные удельные значения показателей выбросов отражают основные закономерности их изменения при реальном характере автотранспортного движения в городских условиях, определяемых целесообразным выбором передаточного отношения от двигателя к трансмиссии. При этом учитывается, что в городе автомобиль совершает непрерывно разгоны и торможения, перемещаясь с некоторой средней скоростью на конкретном участке автомагистрали, определяемой дорожными условиями.

Расчеты выбросов выполняются для следующих вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей:

- оксид углерода (CO);
- оксиды азота NO_x (в пересчете на диоксид азота);
- углеводороды (CH);
- сажа;
- диоксид серы (SO_2);
- соединения свинца;
- формальдегид;
- бенз(а)пирен.

Расчет выбросов загрязняющих веществ автотранспортом

Выброс i -го вредного вещества автотранспортным потоком (ML_i) определяется для конкретной автомагистрали, на всей протяженно-

сти которой структура и интенсивность автотранспортных потоков изменяется не более, чем на 20–25 %. При изменении автотранспортных характеристик на большую величину автомагистраль разбивается на участки, которые в дальнейшем рассматриваются как отдельные источники. Такая магистраль (или ее участок) может иметь несколько регулируемых и нерегулируемых перекрестков.

В районе перекрестка выбрасывается наибольшее количество вредных веществ за счет торможения и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора и последующим его движением в режиме «разгона» по разрешающему сигналу.

Это обуславливает необходимость выделить на выбранной автомагистрали участки перед светофором, на которых образуется очередь автомобилей, работающих на холостом ходу во время действия запрещающего сигнала.

Таким образом, для автомагистрали (или ее участка) при наличии регулируемого перекрестка суммарный выброс M будет равен

$$M = \sum_1^n (M_{\Pi_1} + M_{\Pi_2}) + M_{I_1} + M_{I_2} + \sum_1^n (M_{\Pi_3} + M_{\Pi_4}) + M_{I_3} + M_{I_4}. \quad (1)$$

где $M_{\Pi_1}, M_{\Pi_2}, M_{\Pi_3}, M_{\Pi_4}$ – выброс в атмосферу автомобилями, находящимися в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора;

$M_{I_1}, M_{I_2}, M_{I_3}, M_{I_4}$ – выброс в атмосферу автомобилями, движущимися по данной автомагистрали в рассматриваемый период времени;

n и m – число остановок автотранспортного потока перед перекрестком соответственно на одной и другой улицах, его образующих, за 20-минутный период времени;

индексы 1 и 2 соответствуют каждому из двух направлений движения на автомагистрали с большей интенсивностью движения, а 3 и 4 – для автомагистрали с меньшей интенсивностью движения.

Расчет выбросов движущегося автотранспорта

Выброс i -го загрязняющего вещества (г/мин) движущимся автотранспортным потоком на автомагистрали (или ее участке) с фиксированной протяженностью L (км) определяется по формуле

$$M_{L_1} = \frac{L}{60} \sum_1^k M_{k,i}^{\Pi} N k_V, \quad (2)$$

где $M_{k,i}^{\Pi}$ (г/км) – пробеговый выброс i -го вредного вещества автомобилями k -й группы для городских условий эксплуатации, определяемый по табл. 6.1;

k – количество групп автомобилей;

N – (1/ч) – фактическая наибольшая интенсивность движения, т. е. количество автомобилей каждой из k групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистрали в единицу времени в обоих направлениях по всем полосам движения;

k_V – поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока (V , км/ч) на выбранной автомагистрали (или ее участке), определяемый по табл. 6.2;

$\frac{L}{60}$ – коэффициент пересчета «ч» в «мин»;

L (км) – протяженность автомагистрали (или ее участка), из которого исключена протяженность очереди автомобилей перед запрещающим сигналом светофора, и длина соответствующей зоны перекрестка (для перекрестков, на которых проводились дополнительные обследования).

Таблица 6.1

Значения пробеговых выбросов $M_{k,i}^{\Pi}$ (г/км) для различных групп автомобилей

Наименование группы автомобилей	№ группы	СО	Выбросы						
			NO _x (в пересчете на NO ₂)	СН	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)-пирен
Легковые	I	19,0	1,8	2,1	–	0,065	0,006	0,019	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Легковые дизельные	Id	2,0	1,3	0,25	0,1	0,21	0,003	–	–
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе) и микроавтобусы	II	69,4	2,9	11,5	–	0,20	0,020	0,026	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе)	III	75,0	5,2	13,4	–	0,22	0,022	0,033	$6,3 \cdot 10^{-6}$
Автобусы карбюраторные	IV	97,6	5,3	13,4	–	0,32	0,03	0,041	$6,4 \cdot 10^{-6}$
Грузовые дизельные	V	8,5	7,7	6,0	0,3	1,25	0,21	–	$6,5 \cdot 10^{-6}$
Автобусы дизельные	VI	8,8	8,0	6,5	0,3	1,45	0,31	–	$6,7 \cdot 10^{-6}$

Таблица 6.2

Значения коэффициентов k_V , учитывающих изменение количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

	Скорость движения (V, км/ч)												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	80	100
k_V	1,35	1,28	1,2	1,1	1,0	0,88	0,75	0,63	0,5	0,3	0,45	0,5	0,65

Примечание: для диоксида азота значение k_V принимается постоянным и равным 1 до скорости 80 км/ч.

Расчет выбросов автотранспорта в районе регулируемого перекрестка

При расчетной оценке уровней загрязнения воздуха в зонах перекрестков следует исходить из наибольших значений содержания вредных веществ в отработавших газах, характерных для режимов

движения автомобилей в районе пересечения автомагистралей (торможение, холостой ход, разгон).

Выброс i -го загрязняющего вещества (ЗВ) в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора определяется по формуле

$$M_{\Pi_1} = \frac{P}{40} \sum_{n=1}^{N_{\Pi}} \sum_{k=1}^{N_{Гр}} M'_{\Pi_1, k} N_{k, n}, \text{ г/мин}, \quad (3)$$

где P (мин) – продолжительность действия запрещающего сигнала светофора (включая желтый цвет);

N_{Π} – количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20-минутный период времени;

$N_{Гр}$ – количество групп автомобилей;

M_{Π_1} (г/мин) – удельный выброс i -го ЗВ автомобилями, k -й группы, находящихся в очереди у запрещающего сигнала светофора;

$N_{k, n}$ – количество автомобилей k группы, находящихся в очереди в зоне перекрестка в конце n -го цикла запрещающего сигнала светофора.

Значения $M'_{\Pi_1, k}$ определяются по табл. 6.3, в которой приведены усредненные значения удельных выбросов (г/мин), учитывающие режимы движения автомобилей в районе пересечения перекрестка (торможение, холостой ход, разгон), а значения P , N_{Π} , $N_{k, n}$ – по результатам натуральных обследований.

Таблица 6.3

Удельные значения выбросов для автомобилей,
находящихся в зоне перекрестка $M'_{\Pi_1, k}$

Наименование группы автомобилей	№ группы	Выбросы							
		СО	NO _x (в пересчете на NO ₂)	СН	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
Легковые	I	3,5	0,05	0,25	–	0,01	0,0008	0,0044	2,0 · 10 ⁻⁶
Легковые дизельные	Id	0,13	0,08	0,06	0,035	0,04	0,0008	–	–
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до	II	6,3	0,075	1,0	–	0,02	0,0015	0,0047	4,0 · 10 ⁻⁶

3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе) и микроавтобусы									
-------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Окончание табл. 6.3

Наименование группы автомобилей	№ группы	Выбросы							
		CO	NO _x (в пересчете на NO ₂)	CH	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе)	III	18,4	0,2	2,96	–	0,028	0,006	0,0075	4,4 · 10 ⁻⁶
Автобусы карбюраторные	IV	16,1	0,16	2,64	–	0,03	0,012	0,0075	4,5 · 10 ⁻⁶
Грузовые дизельные	V	2,85	0,81	0,3	0,07	0,075	0,015	–	6,3 · 10 ⁻⁶
Автобусы дизельные	VI	3,07	0,7	0,41	0,09	0,09	0,020	–	6,4 · 10 ⁻⁶
Грузовые газобаллонные, работающие на сжатом природном газе	VII	6,44	0,09	0,26	–	0,01	0,0004	–	3,6 · 10 ⁻⁶

Порядок проведения работы

1. На основе изучения схемы улично-дорожной сети города, а также информации о транспортной нагрузке составляется перечень основных автомагистралей (и их участков) с повышенной интенсивностью движения и перекрестков с высокой транспортной нагрузкой.

2. Для определения характеристик автотранспортных потоков на выбранных участках улично-дорожной сети проводится учет проходящих автотранспортных средств в обоих направлениях с подразделением по следующим группам:

I. Л – легковые, из них отдельно легковые и легковые дизельные автомобили;

II. ГК < 3 – грузовые карбюраторные грузоподъемностью менее 3 тонн и микроавтобусы (ГАЗ-51-53, УАЗ, «Газель», РАФ и др.);

III. ГК > 3 – грузовые карбюраторные грузоподъемностью более 3 тонн (ЗИЛ, Урал и др.);

IV. АК – автобусы карбюраторные (ПАЗ, ЛАЗ, ЛИАЗ);

V. ГД – грузовые дизельные (КРАЗ, КАМАЗ);

VI. АД – автобусы дизельные ;

VII. ГГБ – грузовые газобаллонные, работающие на природном газе.

3. Подсчет проходящих по данному участку автомагистрали транспортных средств проводится в течение 20 минут каждого часа. При

высокой интенсивности движения (более 2–3 тыс. автомашин в час) подсчет проходящих автотранспортных средств проводится синхронно раздельно по каждому направлению движения, а при недостаточности числа наблюдателей первые 20 минут – в одном направлении, следующие 20 минут – в противоположном направлении.

Для выявления максимальной транспортной нагрузки наблюдения выполняются в часы «пик». Для большинства городских автомагистралей отмечается два максимума: утренний и вечерний (соответственно с 7–8 часов до 10–11 и с 16–17 часов до 19–20). Для многих транзитных автомагистралей наибольшая транспортная нагрузка характерна для дневного времени суток.

С целью получения исходных данных о выбросах для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы города наблюдения организуются в часы «пик» летнего сезона года.

Натурные обследования состава и интенсивности движущегося автотранспортного потока проводятся не менее 4–6 раз в часы «пик» на каждой автомагистрали.

Результаты натурных обследований структуры и интенсивности движущегося автотранспортного потока заносятся в полевой журнал по форме, приведенной в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Полевой журнал
обследования характеристик движущегося транспортного средства

Дата	Время подсчета, за период 20 минут	Число по группам								Скорость движения потока, км/ч		
		Легковые	Легковые дизельные	ГК < 3, МА	ГК ≥ 3	АК	ГД	АД	ГГБ	Легковые	Грузовые	Автобусы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Для оценки транспортной нагрузки в районе регулируемых перекрестков проводятся дополнительные обследования.

Последовательно, а при возможности одновременно, на каждом направлении движения в период действия запрещающего сигнала светофора (включая и желтый цвет) выполняется подсчет автотранспортных средств (по группам), образующих очередь. Ее длина фиксируется в метрах. Подсчеты проводятся не менее 4–6 раз.

На каждой автомагистрали (или ее участке) фиксируются следующие параметры:

- ширина проезжей части, м;
- количество полос движения в каждом направлении;
- протяженность выбранного участка автомагистрали, км, с указанием названий улиц, ограничивающих данную автомагистраль (или ее участок).

Результаты дополнительных обследований заносятся в полевой журнал по форме, приведенной в табл. 6.5.

Таблица 6.5

Число автомобилей по группам

/наименование улиц, образующих перекресток/			/направления движения автотранспорта/					/ширина проезжей части, количество полос/		
Дата	Время работы запрещающего сигнала светофора, мин	Легковые	Легковые дизельные	ГК < 3, МА	ГК ³	А К	Г Д	А Д	ГГ Б	Длина очереди автотранспорта, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Определение средней скорости движения основных групп автотранспортного потока выполняется по всей протяженности обследуемой автомагистрали или ее участка, включая зоны нерегулируемых и регулируемых перекрестков (см. лабораторную работу № 4)

На обследуемом перекрестке фиксируются следующие параметры:

- ширина проезжей части, м;
- количество полос движения в каждом направлении;
- протяженность зоны перекрестка в каждом направлении, м.

По результатам натурных обследований проводят расчеты выбросов:

- движущегося автотранспорта по формуле (2);
- автотранспорта в зоне перекрестка по формуле (3);
- суммарные выбросы по формуле (1).

По итогам выполненных расчетов заполняется табл. 6.6

Таблица 6.6

Расчет суммарного выброса автомобилей

Наименование вещества	Количество выбросов от движ. автотранспорта, г/мин	Количество выбросов на перекрестках, г/мин	Суммарное количество выбросов, г/мин
Оксид углерода (CO)			
Оксид азота (NO _x)			
Углеводород (CH)			
Сажа			
Диоксид серы (SO ₂)			
Соед. свинца			
Формальдегид			
Бенз(а)пирен			

Итого:

Количество выбросов в ч – _____.

Количество выбросов в сутки – _____.

Количество выбросов в год – _____.

Количество выбросов автотранспорта в год в г. Минске – _____.

Список использованной литературы

1. Баранов, Н. Н. Основы экологии : методические указания и задания к практическим занятиям для студентов строительных специальностей / Н. Н. Баранов, Р. И. Ленкевич. – Минск : БНТУ, 2006. – С. 18–33.
2. Гаев, А. Я. Экологические основы строительного производства / А. Я. Гаев. – Свердловск : Изд-во Уральского института, 1990. – 206 с.
3. Маслов, Н. В. Градостроительная экология / Н. В. Маслов. – М. : Высшая школа, 2003. – 284 с.
4. Проектирование защиты от транспортного шума и вибраций жилых и общественных зданий : пособие к МГСН 2.04–97. – М. : Москомархитектура, 1999. – 41 с.
5. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов / Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. – М., 1999.
5. Федорова, А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – М. : ГНЦ Владос, 2003.
6. Челноков, А. А. Основы промышленной экологии / А. А. Челноков, А. Ф. Ющенко. – Минск : Вышэйшая школа», 2001.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ АГРЕССИВНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ГРУНТОВ.....	4
Лабораторная работа № 2 ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ГЛИНИСТЫМИ ЭКРАНАМИ.....	14
Лабораторная работа № 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕГКО- И СРЕДНЕРАСТВОРИМЫХ ФОРМ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ И ГРУНТАХ.....	19
Лабораторная работа № 4 ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ....	23
Лабораторная работа № 5 ШУМОВОЙ РЕЖИМ ТРАНСПОРТНОЙ МАГИСТРАЛИ, ТЕРРИТОРИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ.....	30
Лабораторная работа № 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЯХ.....	44

Учебное издание

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Лабораторные работы
для студентов строительных специальностей

Составители :

БАРАНОВ Николай Николаевич
КОЛПАШНИКОВ Геннадий Александрович
ЛЕНКЕВИЧ Регина Иосифовна и др.

Редактор *Т. В. Грищенкова*
Компьютерная верстка *А. Г. Занкевич*

Подписано в печать 3.12.2012. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,55. Тираж 200. Заказ 827.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.