

"Problems of Architecture and Construction "

Volume 2

Issue 1 *Problems of Architecture and Construction*
2019_1

Article 10

4-21-2019

WATER FLOW TO THE EARTH GROUND SOIL OF AUTOMOBILE ROADS FROM ATMOSPHERIC SEDIMENTS

A. Kayumov

Tashkent State Technical University

O. Zafarov

Jizzah Polytechnic Institute

D. Kayumov

Tashkent Institute of Design, Construction and Operation of Highways

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/samgai>

 Part of the [Engineering Commons](#)

Recommended Citation

Kayumov, A.; Zafarov, O.; and Kayumov, D. (2019) "WATER FLOW TO THE EARTH GROUND SOIL OF AUTOMOBILE ROADS FROM ATMOSPHERIC SEDIMENTS," *"Problems of Architecture and Construction "*: Vol. 2 : Iss. 1 , Article 10.
Available at: <https://uzjournals.edu.uz/samgai/vol2/iss1/10>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in "Problems of Architecture and Construction " by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact brownman91@mail.ru.

WATER FLOW TO THE EARTH GROUND SOIL OF AUTOMOBILE ROADS FROM ATMOSPHERIC SEDIMENTS

Cover Page Footnote

The journal is published under the sponsorship of Samarkand State Architecture and Civil engineering Institute

WATER FLOW TO THE EARTH GROUND SOIL OF AUTOMOBILE ROADS FROM ATMOSPHERIC SEDIMENTS

Kayumov A.D. Professor, Doctor of Technical Sciences
Tashkent State Technical University, Uzbekistan;

Zafarov O.Z.

Jizzah Polytechnic Institute, Uzbekistan;

Kayumov D.A.

Tashkent Institute of Design, Construction and Operation of Highways, Uzbekistan

To predict the density, moisture and heaving of soils that they will have during the operation of roads, it is necessary to determine the flow of water into the soil from precipitation falling on the surface of the carriageway and roadsides in the autumn period of moisture accumulation grounds. Therefore, this article provides a method for determining the flow of water into the soil of the road bed from precipitation.

Key words: ground, moisture accumulation, freezing of the road surface, road, filtration coefficient.

ПРИТОК ВОДЫ В ГРУНТ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОТ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

Каюмов А.Д., д.т.н.проф.

Ташкенский государственный технический университет;

Зафаров О.З.

Джиззакский политехнический институт;

Каюмов Д.А.

Ташкентский институт по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог, Узбекистан

Автомобиль йўлларида фойдаланиш жараёнида грунтларни зичлиги, намлиги ва музлаб кўпчилини башоратлаш учун куз ойлари ва қишда йўл пойининг турғун музлагунича намлик йиғилдиган даврда қатнов қисми ва йўл четининг юзасига ёғувчи атмосфера ёғинларидан грунтга қирувчи сув оқимини аниқлаш керак бўлади. Шунинг учун ушбу мақолада автомобиль йўллари пойининг грунтга атмосфера ёғинларидан келувчи сув оқимининг аниқлаш усуллари келтирилган.

Таянч сўзлар: грунтлар, намлик йиғувчанлиги, йўл қатламининг музлаши, йўл пойи, фильтрация коэффициенти

Приток воды в грунт земляного полотна автомобильных дорог от атмосферных осадков следует устанавливать для трех периодов [1]. Первый начинается осенью с момента влагонакопления в земляном полотне, а заканчивается зимой при устойчивом промерзании грунта. Второй имеет место при оттаивании грунтов под проезжей частью и обочинами во время зимних оттепелей. Третий начинается весной с момента оттаивания рабочего слоя земляного полотна и заканчивается при превышении испарения воды над величиной выпитывания осадков.

Прогнозировать приток воды в грунт в первый и третий периоды увлажнения следует для расчетного года с наибольшей суммарной продолжительностью выпадения осадков и периодичностью повторения один раз за срок между капитальными ремонтами дорожной одежды. Прогнозировать приток осадков в грунт во второй период

увлажнения нужно для года со среднемноголетней суммарной продолжительностью выпадения осадков (в виде дождя и снега) в течение зимы.

Для расчета притока воды в грунт необходимы следующие данные:

типы покрытия проезжей части и укрепления обочин, а также размеры конструктивных элементов дороги (ширина проезжей части и обочин, продольный уклон дороги, поперечный уклон проезжей части и обочин проектные данные);

характеристика грунтов земляного полотна (коэффициент фильтрации, полная капиллярная влагоемкость, влажность на границе текучести и оптимальная влажность. При ориентировочных расчетах – коэффициент уплотнения грунта и оптимальная влажность);

метеорологические факторы в последний месяц осени (за конец осени и начало весны принята дата устойчивого перехода

среднесуточной температуры воздуха через 0 °С);

количество осадков и число дождей, суммарная продолжительность выпадения осадков и дефицит влажности воздуха заданной обеспеченности, среднемесячные значения интенсивности дождя и скорости ветра;

метеорологические факторы в зимний период (количество осадков, число дождей и суммарная продолжительность осадков, выпадающих в виде дождя, за каждый месяц зимы по среднегодовым данным).

Допускается определять суммарную продолжительность осадков, выпадающих в виде дождя, и число дождей по формуле (1) и табл. 1. Для этого необходимы данные о суммарной продолжительности осадков, выпадающих в виде дождя и снега за каждый месяц зимы, и значения среднемесячных температур воздуха зимой по среднегодовым данным.

Для зимы суммарная продолжительность осадков за месяц T_d (мин), выпадающих в виде дождя, устанавливается по формуле:

$$T_d = T_{d,CH} \left[1 - \frac{(50 - K_d \bar{\Theta}_{CP})}{100} \right], \quad (1)$$

где $T_{d,CH}$ - суммарная продолжительность осадков за месяц, выпадающих в виде дождя и снега, по среднегодовым данным, min; K_d - коэффициент, 1/°С; $\bar{\Theta}_{CP}$ - среднемесячная температура воздуха (со знаком минус), °С.

Таблица 1

$\bar{\Theta}_{CP}$, °С	0	-2	-4	$\bar{\Theta}_{CP}$, °С	-6	-8	-10
K_d	12	11	9,5	K_d	7,5	6	5
m_d	7	7	6	m_d	5	4	3

Величину коэффициента K_d и число дождей зимой m_d следует устанавливать по табл. 1 в зависимости от среднемесячной температуры воздуха.

Значение капиллярной влагоемкости грунта (W_{KB} , доли единицы) можно принимать равной полной влагоемкости ($W_{ПВ}$, доли единицы) минус величина $V_{ВОЗД}$, которую определяют по табл. 2 [2].

Таблица 2

W_L , грунта, %	$V_{ВОЗД}$ доли единицы, при K_u , равном			W_L , грунта, %	$V_{ВОЗД}$ доли единицы, при K_u , равном		
	1	0,95	0,9		1	0,95	0,9
20	0,03	0,04	0,05	40	0,01	0,02	0,3
30	0,02	0,03	0,04				

Для песков мелких и пылеватых принимают те же значения $V_{ВОЗД}$, что и для глинистых грунтов при $W_L=20\%$ (где W_L - влажность на границе текучести и K_u - коэффициент уплотнения грунта):

$$W_{ПВ} = (\rho_{ГР} - \rho_{СК}) \rho_V / (\rho_{ГР} \rho_{СК}),$$

(2)

где $\rho_{ГР}$, $\rho_{СК}$, ρ_V - соответственно, плотность частиц грунта, скелета грунта и воды, (кг/м³).

При расчете по формуле (2) можно использовать осредненные значения плотности частиц грунта $\rho_{ГР}$ (кг/м³), приведенные ниже:

Песок мелкий и пылеватый	2650
Пылеватая супесь	2660
Легкая супесь	2680
Легкий пылеватый суглинок	2690
Легкий суглинок	2700
Тяжелый суглинок	2710
Пылеватая глина	2720
Жирная глина	2740

Приток воды в грунт в первый период увлажнения атмосферными осадками следует определять по формулам:

$$q^1_{АТМ(ПР.Ч)} = 10^{-3} a_{ПР} N^1_{ВП(ПР.Ч)} \bar{\omega}_{ГР}; \quad (3)$$

$$q^1_{АТМ(ОБ)} = 10^{-3} a_{ПР} (N^1_{ВП(ОБ)} - N^1_{ИСП(ОБ)}) \bar{\omega}_{ГР},$$

(4)

где $q^1_{АТМ(ПР.Ч)}$ - приток воды в грунт от атмосферных осадков, выпадающих на поверхность проезжей части в осенний период влагонакопления и зимой до устойчивого промерзания грунта (м³ на 1 м²); $q^1_{АТМ(ОБ)}$ - приток воды в грунт от атмосферных осадков, выпадающих на поверхность обочин и от стока воды с проезжей части на обочину в осенний период влагонакопления и зимой до устойчивого промерзания грунта (м³ на 1 м²); $a_{ПР}$ - коэффициент, учитывающий дополнительный приток воды, поступающий в грунт до и после расчетного месяца, безразмерная величина, $a_{ПР}=1.3$; $N^1_{ВП(ПР.Ч)}$ и $N^1_{ВП(ОБ)}$ - количество воды, впитывающейся в последний осенний месяц расчетного года в грунт земляного полотна, соответственно, под проезжей частью и на

обочинах (мм); $N_{ИСП(ОБ)}^1$ - количество воды, испаряющейся из грунта земляного полотна на обочинах в последний осенний месяц расчетного года (мм); $\bar{\omega}_{ГР}$ - площадь, ($\bar{\omega}_{ГР} = 1 \text{ м}^2$).

Приток воды во второй период увлажнения атмосферными осадками допускается определять (с запасом) по формулам:

$$q_{АТМ(ПР.Ч)}^{11} = 10^{-3} a_{ПР} N_{ВП(ПР.Ч)}^{11} \bar{\omega}_{ГР}; \tag{5}$$

$$q_{АТМ(ОБ)}^{11} = 10^{-3} a_{ПР} N_{ВП(ОБ)}^{11} \bar{\omega}_{ГР}, \tag{6}$$

где $q_{АТМ(ПР.Ч)}^{11}$ - приток воды в грунт от атмосферных осадков, выпадающих на поверхность проезжей части в период зимних оттепелей, (м^3 на 1 м^2); $q_{АТМ(ОБ)}^{11}$ - приток воды в грунт от атмосферных осадков, выпадающих на поверхность обочин и от стока воды с проезжей части на обочину в период зимних оттепелей, м^3 на 1 м^2 ; $N_{ВП(ПР.Ч)}^{11}$ и $N_{ВП(ОБ)}^{11}$ - количество воды, впитываемой в грунт, соответственно, под проезжей частью и обочиной в течение месяца, который характеризуется наибольшей суммарной продолжительностью выпадения осадков в виде дождя (мм).

Приток воды в грунт в третий период увлажнения атмосферными осадками следует определять по формулам:

$$q_{АТМ(ПР.Ч)}^{111} = 10^{-3} N_{ВП(ПР.Ч)}^{111} \bar{\omega}_{ГР}; \tag{7}$$

$$q_{АТМ(ОБ)}^{111} = 10^{-3} (N_{ВП(ОБ)}^{111} - N_{ИСП(ОБ)}^{111}) \bar{\omega}_{ГР}, \tag{8}$$

где $q_{АТМ(ПР.Ч)}^{111}$ - приток воды в грунт от атмосферных осадков, выпадающих на поверхность проезжей части весной в период оттаивания грунта, (м^3 на 1 м^2); $q_{АТМ(ОБ)}^{111}$ - приток воды в грунт от атмосферных осадков, выпадающих на поверхность обочин и от стока воды с проезжей части на обочину весной в период оттаивания грунта, (м^3 на 1 м^2); $N_{ВП(ПР.Ч)}^{111}$ и $N_{ВП(ОБ)}^{111}$ - количество воды, впитываемой в первый весенний месяц расчетного года в грунт земляного полотна, соответственно, под проезжей частью и на обочинах (мм); $N_{ИСП(ОБ)}^{111}$ - количество воды, испаряющейся из грунта

земляного полотна на обочинах в первый весенний месяц расчетного года.

Впитывание воды в грунт следует определять за последний осенний и первый весенний месяцы, а в районах с частыми оттепелями – и для зимнего месяца с наибольшей величиной $T_{Д}$ [3].

Суммарную величину смачивания поверхности проезжей части и обочин $H_{СМ}$, мм, определяют по формулам:

$$H_{СМ} = a_{СМ} m_{Д} \sqrt[3]{d(T - T_{Д}) / m_{Д}}; \tag{9}$$

(9)

$$H_{СМ} \leq m_{Д} \max h_{СМ}, \tag{10}$$

0)

где $a_{СМ}$, $\max h_{СМ}$ - показатели смачивания поверхности проезжей части и обочин (мм); $m_{Д}$ - число дождей расчетной повторяемости; d - дефицит влажности воздуха той же повторяемости, гПа; $T_{Д}$ - продолжительность дождя той же повторяемости (мин); T - продолжительность расчетного периода (месяца), мин.

Значения показателей смачивания поверхности проезжей части и обочин приведены ниже [4]:

Покрытие:		
	$a_{СМ}$	$\max h_{СМ}$
асфальтобетонное	0,01	0,5
цементобетонное	0,02	1,0
Грунтовая обочина:		
оголенная	0,04	1,5
с травяным покровом средней густоты	0,10	3,0
с густым травяным покровом	0,15	4,0

Для обочин, укрепленных щебнем или песчано-гравийной смесью, значения показателей смачивания принимают те же, что для оголенной грунтовой поверхности.

Величину $H_{СМ}$ устанавливают для первого и третьего периода увлажнения атмосферными осадками, для второго периода $H_{СМ} = 0$.

Суммарное количество воды, впитываемой в покрытие $N_{ВП(О)}^{111}$, мм определяют по формуле:

$$N_{ВП(О)СМ}^{111} = a_{О} m_{Д} \ln(1 + b_{О} i_{Д}) 10^{0,4 \ln t_{ВП(О)}} \tag{11}$$

где $a_{О}$ - показатель водопроницаемости

покрытия (для асфальтобетонных покрытий, находящихся в удовлетворительном состоянии, $a_0=0,003$; для цементобетонных $a_0=0,013$ мм; b_0 - коэффициент, учитывающий степень заполнения влагой швов, микротрещин и пор бетонного камня перед дождем (для осеннего и зимнего периодов $b_0=80$; для весеннего $b_0=100$ мин/мм); i_d - средняя интенсивность дождя, мм/мин; $t_{вп(0)}$ - продолжительность впитывания воды в покрытие, min

$$t_{вп(0)} = (i_d T_d - H_{см(пр.ч)}) / (i_d m_d), \quad (12)$$

$H_{см(пр.ч)}$ суммарная величина смачивания поверхности проезжей части, мм, определяемая по формулам (9) и (12).

При возникновении трещин в асфальтобетонном покрытии следует принимать значение коэффициента a_0 таким же, как для цементобетонного покрытия.

Суммарное количество воды, впитывающейся в грунт земляного полотна под проезжей частью $H_{см(пр.ч)}$, мм, вычисляют по выражениям:

$$\text{При } \bar{H}_{вп} \geq A_{од} H_{вп(0)} \\ H_{вп(пр.ч)} = A_{од} H_{вп(0)}, \quad (13)$$

$$\text{при } \bar{H}_{вп} < A_{од} H_{вп(0)} \\ H_{вп(пр.ч)} = H_{вп}, \quad (14)$$

где $\bar{H}_{вп}$ - количество воды, которое может впитаться в грунт, покрытый водой, в течение всего рассматриваемого периода, мм; $A_{од}$ - коэффициент, учитывающий испарение воды из дорожной одежды и нижележащего грунта и аккумуляцию влаги в слоях дорожной одежды в рассматриваемый период.

При расчете впитывания за месяц могут быть приняты приведенные ниже значения коэффициента $A_{од}$ в зависимости от дефицита влажности воздуха d (гПа):

d	0	1	2	3	4
$A_{од}$	1,0	0,7	0,3	0,2	0,1

Интенсивность поступления воды на обочину $i_{п.в}$, (мм/мин), определяется по формуле:

$$i_{п.в} = i_d + \bar{b} i_{ст(0)} / \bar{a}, \quad (1)$$

5) где \bar{b} - ширина односкатной или половины двускатной проезжей части по направлению

стока (м); \bar{a} - ширина обочины по направлению стока воды, м; $i_{ст(0)}$ - интенсивность стока воды с проезжей части на обочину (мм/мин).

Допускается принимать $\bar{b} = b$ и $\bar{a} = a$, где b и a , соответственно, ширина односкатной или половины двускатной проезжей части и ширина обочины (м);

$$i_{ст(0)} = i_d - H_{вп(0)} / (m_d t_{вп(0)}). \quad (1)$$

6) Коэффициент впитывания воды в грунт земляного полотна (безразмерная величина) рассчитывают по выражению

$$C = 0,6 \frac{\sqrt[3]{K_{ф}}}{W_L^2} \left(1 - \sqrt{\frac{W_{опт}}{W_{к.в}}} \right) + 30K_{ф}, \quad (17)$$

где $K_{ф}$ - коэффициент фильтрации, м/д; W_L - влажность на границе текучести грунта, доли единицы; $W_{опт}$ - оптимальная влажность грунта, доли единицы; $W_{к.в}$ - капиллярная влагоемкость грунта, доли единицы; 0,6 и 30 - значения коэффициентов, увязывающих принятые размерности.

Интенсивность впитывания воды в грунтовые обочины $i_{вп}$ (мм/мин), составит:

$$i_{вп} \leq 0,02C \\ \text{при} \quad i_{вп} = i_{п.в}; \quad (1)$$

$$8) \quad i_{вп} > 0,02C \\ i_{вп} = C(0,02 + 10^{0,02+0,68lg \frac{i_{п.в}-i_{вп}}{\varphi(I)}}) \quad (19)$$

где 0,02 - интенсивность впитывания в грунт, принятая за эталон в момент появления стока воды в микрорусловой системе площадки, (мм/мин); $\varphi(I)$ - функция уклона поверхности, приведенная в табл. 3.

Таблица 3

I, %	$\varphi(I)$						
2	1,59	8	1,82	50	3,02	200	5,62
3	1,66	9	1,85	60	3,17	300	6,96
4	1,7	10	1,86	70	3,47	400	7,8
5	1,74	20	2,14	80	3,59	600	9
6	1,78	30	2,4	90	3,8	800	9,5
7	1,8	40	2,75	100	3,98	1000	10

Суммарное количество воды, впитывающейся в грунт земляного полотна на обочинах $H_{вп(об)}$, мм, следует устанавливать по формуле

$$H_{ВП(ОБ)} = A_{УКР} i_{ВП} \times \left[T_D - \left(\frac{H_{СМ(ПР.Ч)}}{i_D} + \frac{H_{СМ(ОБ)} - H_{СМ(ПР.Ч)}}{i_{П.В}} \right) \right], \quad (20)$$

где $A_{УКР}$ - коэффициент, учитывающий влияние типа укрепления обочин на количество впитывающейся в грунт воды (значения приведены в табл. 4); $H_{СМ(ОБ)}$ - суммарная величина смачивания поверхности обочины, мм, определяемая по формулам (9) и (10).

Испарение воды из грунта земляного полотна следует определять за последний осенний и первый весенний месяцы расчетного года. Величина испарения через обочины $H_{ИСП(ОБ)}$, мм, определяется по выражению

$$H_{ИСП(ОБ)} = B_{УКР} i_{ИСП} T_{ИСП}, \quad (21)$$

где $B_{УКР}$ - коэффициент, учитывающий влияние типа укрепления обочин на процесс испарения (см. табл. 4); $i_{ИСП}$ - интенсивность испарения воды через неукрепленные (грунтовые) обочины, мм/мин:

$$i_{ИСП} = 25 \cdot 10^{-5} d L g (1 + 80/d)(1 + 0,15V), \quad (22)$$

V – скорость ветра, (м/с; $V \leq 5$ м/с); $T_{ИСП}$ - продолжительность периода испарения (мин):

$$T_{ИСП} = T - T_D. \quad (23)$$

Таблица 4

Характеристика обочины	Величина коэффициента	
	$A_{УКР}$	$B_{УКР}$
Неукрепленная (грунтовая)	1	1
Укрепленная щебнем при плотности, кг/м ³ :		
1820	0,9	0,55
1920	0,8	0,5
2000	0,55	0,4
2180	0,4	0,35
Укрепленная песчано-гравийной смесью	0,6	0,7

Reference:

1. Ruvinski B. I. Optimal construction of subgrade. –M.: Transport. 1982.-160 p.
2. Kayumov A.D., Kolerov U.A. Water-heating mode subgrade of highways in the condition of Uzbekistan. // Journal: Issues of Mechanics. - Tashkent. 2008. No.4-5. P 31-34.
3. Kayumov A. D. Movement of capillary water in loess soils in the condition of Uzbekistan. // Journal: Issues of Mechanics. 1995. No. 5, 6. P. 12-16.
4. MSHN 47-2005 "Technical instructions for the design and construction of the roadbed in the areas of artificial irrigation of the arid zone". Tashkent, 2005. -34 P.