

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА, ОТВОДИМОГО С УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ, НА ПРОЦЕСС ЗАИЛИВАНИЯ РУСЕЛ И ПОДТОПЛЕНИЕ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

**МАНУЙЛОВ М. Б.**

*кандидат технических наук*

**КРАВЧУК Л. С.**

*директор НПП «Укрспецстрой»*

**БОЛЬШАКОВА Е. С.**

*кандидат технических наук*

**МОСКОВКИН В. М.**

*доктор географических наук*

**Харьков**

**П**о данным отечественных и зарубежных специалистов, основным источником загрязнения взвешенными веществами водных объектов является поверхностный сток – более 95% [1]. Рассматривая равнинные реки, можно сделать вывод о доминировании данных сточных вод в процессе заиливания русел. Это приводит к повышению уровней грунтовых вод и, как следствие, к подтоплению городских территорий, что представляет непосредственную угрозу несущей способности оснований зданий и сооружений, активизирует опасные геологические процессы, в том числе тоннелей метрополитена и щитовых коллекторов, делает невозможным проживание населения и т. д. («Концепция комплексного улучшения санитарно-эпидемического состояния г. Харькова по направлениям работы ГКП «Харьковкоммуночиствод», 1999 г.).

С целью решения поставленных задач необходимо рассмотреть причинно-следственные связи, благодаря которым в последнее десятилетие интенсифицировался процесс заиливания русел городских рек.

Рассмотрим данные приведенные в работе В. Р. Лозанского, Е. В. Еременко и А. К. Кузина [2], отметив, что они относятся к 1977 году: годовое вынос взвешенных веществ с 1-го га городских территорий составляет при населении свыше 100 тысяч человек – 5110 кг/год; при населении свыше 50 тысяч человек – 6220 кг/год; при населении до 10 тысяч человек – 6810 кг/год. Приведенная

информация, с учетом поставленной цели, не является полной и не дает возможность выявить закономерности объясняющие процесс заиливания русел рек. В виде примера можно привести данные о смыве почв с территорий сельскохозяйственного значения [13]: в зависимости от расстояния от водораздела и уклона с 1-го га смывается (рассматривается только весенний смыв) от 4,5 до 37 м<sup>3</sup>, что соответствует значениям от 6750 до 55500 кг/га. В то же время, как показывает практика, заиливание русел рек происходит тем интенсивнее, чем больше жителей населенного пункта, а значит и большая площадь дорожных покрытий, большее количество автотранспортных средств и т. п.

Проведем сравнительный анализ формирования дорожного смета и выноса твердых частиц в водные объекты для некоторого усредненного водосбора городской территории площадью 1,0 га, основное внимание, уделив гранулометрическому составу частиц и их генезису.

**Исходная информация.** Усредненная городская территория с населением города более 100 000 человек, состоит: крыши зданий и сооружений – 15%, дороги – 10%, тротуары – 15%, газоны и т. п. – 60% [19]. Рассматриваются 1977 г. [2] и 2004 г. (прогноз) [20]. Результаты вычислений приведены ниже, при этом проведен прогнозный анализ формирования всех взвешенных веществ, отводимых с поверхностным стоком в водные объекты: смыв почвы с газонов; смыв части дорожного смета, образующихся: при разрушении дорожных покрытий под действием атмосферных процессов и под действием грузоперевозок; за счет осадимых аэрозолей автотранспортного происхождения; за счет частиц, переносимых автотранспортными средствами из зон с высокой загрязненностью дорожных покрытий на городские территории; при истирании автомобильных шин о поверхность дорог.

В результате проведенных расчетов были получены следующие значения: 1977 год – объем выносимых поверхностным стоком взвешенных веществ составил 4548,8 кг/год, по данным, приведенным в [2] – 5110 кг/год. Различие в 561,2 кг можно объяснить тем, что нами не учитывался песок, используемый в зимнее время

при гололедах. В 2004 году (прогнозная оценка) будет вынесено 11494,13 кг/год, с учетом 500 кг песка вносимого в зимнее время, общая масса составит 11994,13 кг/год.

Введем предположение: на участках харьковских рек, где была проведена расчистка русел, частицы с размерами более 250 мкм, с вероятностью близкой к единице, участвуют в процессе формирования иловых отложений, это тем более вероятнее, что их доминирующей составляющей являются частицы кварца с плотностью 2,7 г/см<sup>3</sup>, а сам расчищенный фрагмент реки представляет собой некую «песколовку» значительных размеров. В 1977 году масса таких частиц составляла 2947,6 кг/год с одного усредненного гектара городской территории, в 2004 году составит 7719,3 кг. Рассматривая усредненную территорию Харькова, можно предположить, что на 1,0 км протяженности рек приходится площадь водосбора в 200 га.

**И**зучим ситуацию, сложившуюся на участке реки Харьков: мост Чигирина – Московский мост: в 2002 году была проведена расчистка русла реки, при этом было извлечено 4,1 тыс. м<sup>3</sup> иловых отложений или около 10 тыс. т твердых частиц; восстановилась дренажная способность участка реки – появились родники, уровень грунтовых вод стал понижаться. 2003 год: в районе выпусков ливневой канализации произошло частичное восстановление песчаных наносов, начался процесс формирования иловых отложений. 2004 год (период до июня): произошло значительное восстановление иловых отложений. Данную ситуацию можно проиллюстрировать следующим образом: с поверхностным стоком за 20 месяцев (время прошедшее с момента расчистки русла) было вынесено 5,146 тыс. т твердых частиц с размерами большими 250 мкм, без учета взвешенных веществ приносимых рекой с участков расположенных выше по течению. Следовательно, в 2005 году произойдет полное восстановление иловых отложений и выравнивание слоя ила с участками реки находящимися выше и ниже по течению от изучаемого фрагмента. В дальнейшем процесс илообразования замедлится, так как в периоды весенних паводков и при выпадении дождей слоем более 10 мм с высокой интенсивностью, твердые частицы будут выноситься вниз по течению, что приведет к активизации процесса илообразования в районах расположения гидросооружений. В данной ситуации, в процессе формирования ила, доминируют частицы больших размеров, (вводим предположение об участии частиц с размерами более 250 мкм).

Расчистка русел харьковских рек – необходимое условие существования города, хотя весьма дорогостоящий и трудоемкий процесс. С целью снижения интенсивности прироста иловых отложений предлагается следующий алгоритм:

1. Реки разбиваются на участки по степени опасности с точки зрения подтопления городских территорий.
2. Перед осуществлением работ, связанных с расчисткой русел, проводится изучение водосбора, поверхностный сток с которого отводится в рассматриваемый участок реки.
3. Водосбор ранжируется по степени интенсивности формирования фракции дорожного смета с размерами частиц более 250 мкм.
4. Осуществляется прогнозный анализ, учитывающий перспективный рост интенсивности движения транспорта.
5. Производится поиск оптимальных решений установки локальных очистных сооружений. При поставленной проблеме можно ограничиться установкой песколовков в выбранных ливневых колодцах.

6. Разрабатывается регламент по обслуживанию локальных очистных сооружений. Водосбор в 200 га обслуживается 200 – 250 ливневыми колодцами, установка песколовков в 40 – 50 колодцах и их обслуживание, позволит снизить, по нашим оценкам, на 70% поступление твердых частиц в реки.

**1. Продукты разрушения дорожных покрытий под действием атмосферных процессов.**

**Состав:** песок, частицы битума с вкраплением песка. Идентификация частиц проводилась на оптико-электронной системе РИМС по изображению на экране монитора, при использовании различных светофильтров [3 – 6].

Таблица 1

Гранулометрический состав частиц

Диапазон размеров образующихся частиц дорожного смета, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
Процентное содержание			
5,0	25,0	45,0	25,0

Накопление данной составляющей дорожного смета определяется по формуле [7, 8]:

$$M_1 = 10^{-3} \cdot (S_0 + S_m) \cdot a \sum_{n=0}^{n=T_{г.д.}} k^n, \text{ кг}, \quad (1)$$

где  $S_0$  – площадь дорог водосбора, м<sup>2</sup>;  $S_m$  – площадь тротуаров, м<sup>2</sup>;  $a$  – коэффициент, определяющий износ покрытий в зависимости от их устойчивости и климатических условий, для

Украины,  $a = 3,0 \text{ г/м}^2 \cdot \text{сут.}$  [8];  $T_{6.д}$  – бездождевой период времени (период между снеготаянием).

**Таблица 2**

**Накопление частиц дорожного смета за различные интервалы времени**

Диапазон размеров образующихся частиц дорожного смета, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
<b>Масса частиц по фракциям, кг/сутки</b>			
0,375	1,875	3,375	1,875
<b>Масса частиц по фракциям, образующаяся за бездождевой период*, кг</b>			
0,680	4,565	21,488	13,166
<b>Масса частиц по фракциям, кг/год</b>			
27,2	182,6	859,5	526,6

\* бездождевой период для Харькова равен  $T_{6.д} = 9$  суток [3].

При прогнозных оценках, проводившихся по формуле (1), значения коэффициента  $k$  принимались следующие (табл. 3) [9].

**Таблица 3**

**Коэффициенты выноса частиц дорожного смета за бордюрную зону ветром и при движении транспорта**

Диапазон размеров частиц, мкм	Коэффициент выноса				
	Менее 100	100 – 250	250 – 500	500 – 1000	Более 1000
k	0,65	0,72	0,93	0,95	1,0

Представленная составляющая дорожного смета одинакова для 1997 года и 2004 года, в случае если материал дорожных и тротуарных покрытий остался прежним.

**2. Продукты разрушения дорожных покрытий под действием грузоперевозок.**

**Состав:** песок, частицы битума с вкраплением песка. Идентификация проводилась на оптико-электронной системе РИС (табл. 4).

**Таблица 4**

**Гранулометрический состав частиц**

Диапазон размеров образующихся частиц дорожного смета, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
<b>Процентное содержание</b>			
5,0	50,0	30,0	15,0

**Примечание:** различие диапазонов частиц (табл. 1 и 4) объясняется разрушением крупных частиц дорожного смета транспортными средствами при грузоперевозках.

Накопление данной составляющей дорожного смета определяется по формуле [7, 8]:

$$M_2 = 10^{-3} L \cdot b \cdot I \cdot Q \sum_{n=0}^{n=T_{6.д}-1} k^n, \text{ кг}, \quad (2)$$

где  $L$  – протяженность дорог водосбора, км;  $I$  – усредненная интенсивность движения транспорта, маш./сутки;  $Q$  – усредненная масса транспортных средств, т;  $b$  – коэффициент, определяющий износ дорожных покрытий в зависимости от грузонапряженности, г/км дороги при перемещении транспортного средства массой 1,0 т, для дорог Украины принимается – 3,5 г/км · т.

**Исходные данные для прогнозных оценок:**

**1977:**  $I = 1500$  маш./сут.;  $L = 0,1$  км;  $Q = 6,5$  т (70% – легковой транспорт, 30% – грузовой, предполагается, что в 2004 году справедливо аналогичное процентное соотношение).

**2004 год:**  $I = 8000$  машин/сут. (количество автотранспортных средств увеличилось за 27 лет в 15-16 раз; 8000 маш./сут. – ограничение по пропускной способности усредненной дороги);  $L = 0,1$  км;  $Q = 6,5$  т.

Здесь предполагается, что материал дорожных покрытий остался без изменений.

**Таблица 5**

**Накопление частиц дорожного смета за различные интервалы времени**

1977 год			
Диапазон размеров частиц дорожного смета, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
<b>Масса частиц по фракциям, кг/сут.</b>			
0,168	1,705	1,021	0,51
<b>Масса частиц по фракциям, образующаяся за бездождевой период, кг</b>			
0,304	4,152	6,502	3,580
<b>Масса частиц по фракциям, кг/год</b>			
12,2	166,1	260,1	142,6
Итого: 581 кг/год.			
2004 год			
Диапазон частиц дорожного смета, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
<b>Масса частиц по фракциям, кг/сут.</b>			
0,91	9,10	5,46	2,73
<b>Масса частиц по фракциям, образующаяся за бездождевой период, кг</b>			
1,65	22,15	34,76	19,17

Масса частиц по фракциям, кг/год			
66,0	886,0	1390,4	766,8
Итого: 3109,2 кг/год			

При прогнозных оценках, проводившихся по формуле (2), значения  $k$  принимались из табл. 3.

### 3. Осадимые аэрозоли автотранспортного происхождения.

Так как изучается усредненная городская территория, то осадимые аэрозоли промышленного и эрозионного происхождения не рассматривались.

**Состав:** частицы сажи. Идентификация частиц проводилась на оптико-электронной системе PIMC (табл. 6).

Таблица 6

Гранулометрический состав частиц [10, 12]			
Диапазон размеров частиц, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
Процентное содержание			
95,0		5,0	

Накопление данной составляющей дорожного смета определяется по формуле [10]:

$$M_3 = c \cdot S_d \cdot \rho \cdot \gamma \sum_{n=0}^{n=T_{6,0}-1} k^n \cdot 1 \text{ (кг)} \quad (3)$$

где  $c$  – концентрация пыли в приземном слое воздуха, мг/м<sup>3</sup>;  $S_d$  – площадь дорог, м<sup>2</sup>;  $\gamma$  – региональный коэффициент потоков осадимых аэрозолей;  $\rho$  – усредненная плотность частицы осадимых аэрозолей, г/см<sup>3</sup>.

**Исходные данные для прогнозных оценок:**

1977 год:

$\gamma = 2,99$ ,  $T_{6,0} = 9$  суток;  $c = 0,2$  мг/м<sup>3</sup>; (усредненное значение),  $S_d = 1000$  м<sup>2</sup>,  $\rho = 2$  г/см<sup>3</sup>.

2004 год:

$\gamma = 8,42$ ,  $\rho = 2$  г/см<sup>3</sup> (усредненное значение)  $c = 0,5$  мг/м<sup>3</sup>,  $S_d = 1000$  м<sup>2</sup>.

Таблица 7

Накопление частиц дорожного смета за различные интервалы времени			
1977 год			
Диапазон размеров частиц дорожного смета, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
Масса частиц по фракциям, кг/сут.			
1,136	0,060		
Масса частиц по фракциям, образующаяся за бездождевой период, кг			
2,062	5,84		
Масса частиц по фракциям, кг/год			
82,48	5,84		
Итого: 88,32 кг/год			

2004 год			
Диапазон размеров частиц дорожного смета, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
Масса частиц по фракциям кг/сут			
8,000	0,421		
Масса частиц по фракциям, образующаяся за бездождевой период, кг			
14,52	1,025		
Масса частиц по фракциям, кг/год			
580,8	41,00		
Итого: 621,8 кг/год			

При прогнозных оценках, проводившихся по формуле (3), значение  $k$  принимались из табл. 3.

### 4. Составляющая дорожного смета формируется из частиц, переносимых автотранспортными средствами из зон с высокой загрязненностью дорожных покрытий на более благоустроенные территории.

**Состав:** песок, частицы битума с вкраплением песка, сажа, частицы почвенного происхождения. Идентификация частиц проводилась на оптико-электронной системе PIMC, частицы почвы определялись по описанию приведенным в [13]. Значительный объём частиц почвенного происхождения: от 30 до 50% от общей массы [14], попадают на поверхности транспортных средств при их перемещении по трассам прилегающих к городам, где содержание почвы в дорожном смете может составлять до 50 – 60% [15].

Последнее вызвано значительным количеством дорог с грунтовыми поверхностями соединенных с трассами.

Таблица 8

Гранулометрический состав частицы [14]			
Диапазон размеров частиц, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
Процентное содержание			
20,0	30,0	35,0	15,0

Накопление данной составляющей дорожного смета определяется по формуле [15]

$$M_4 = \Delta\lambda \cdot I \cdot L \sum_{n=0}^{n=T_{6,0}-1} k^n \cdot 10^{-3} \cdot \text{кг}, \quad (4)$$

где  $\Delta\lambda$  – масса частиц, попадающих на дорожное полотно при движении транспортного средства, г/км (определяется по номограмме [9; 14]);  $L$  – протяженность дорог изучаемого водосбора, км;  $I$  – интенсивность движения транспорта, шт/сутки.

**Исходные данные для прогнозных оценок:**  
1977 год:

$I = 1500$  маш./сут.;  $L = 0,1$  км; усредненная нагрузка дорожного смета в черте города:  $\bar{m}_1 = 50$  г/м<sup>2</sup> прибордюрной зоны; усредненная нагрузка дорожного смета на прилегающих к городу автотрассах:  $\bar{m}_2 = 250$  г/м<sup>2</sup>;  $\Delta\lambda = 33,5$  г/км дороги – усредненное значение.

2004 год:

$I = 2000$  маш./сут.;  $L = 0,1$  км;  $\bar{m}_1 = 100$  г/м<sup>2</sup> прибордюрной зоны;  $\bar{m}_2 = 350$  г/м<sup>2</sup>;  $\Delta\lambda = 35$  г/км дороги – усредненное значение (70% легковой транспорт, 30% – грузовой).

Таблица 9

**Накопление частиц дорожного смета за различные интервалы времени**

1977 год			
Диапазон размеров частиц дорожного смета			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
Масса частиц по фракциям, кг/сут			
1,00	1,50	1,76	0,75
Масса частиц по фракциям, образующаяся за бездождевой период, кг			
1,81	6,65	11,20	5,26
Масса частиц по фракциям, кг/год			
72,4	266,1	448,2	210,6
Итого: 997,3 кг/год			
2004 год			
Диапазон размеров частиц дорожного смета, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
Масса частиц по фракциям, кг/сут			
5,6	8,4	9,8	4,2
Масса частиц по фракциям, образующаяся за бездождевой период, кг			
10,16	20,45	62,4	29,5
Масса частиц по фракциям, кг/год			
406,5	818,1	2496,0	1180,0
Итого: 4864,6 кг/год			

При прогнозных оценках, проводившихся по формуле (4), значения  $k$  принимались из табл. 3.

5. Составляющая дорожного смета формирующаяся при истирании автомобильных шин о поверхность дорог.

**Состав:** резина. Идентификация частиц проводилась на оптико-электронной системе РИМС.

Накопление данной составляющей дорожного смета определяется по формуле (5) [16, 17].

$$M_5 = L \cdot I \cdot \mu \sum_{n=0}^{n=T_{\text{год}}-1} k^n \cdot 10^{-3}, \text{ кг}, \quad (5)$$

где  $L$  – протяженность дорог водосбора, км;

$I$  – интенсивность движения транспорта, маш./сутки;  $\mu = 0,32$  г/км дороги.

Таблица 10

**Гранулометрический состав частиц**

Диапазон размеров частиц, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
Процентное содержание			
75,0	25,0		

**Исходные данные для прогнозных оценок:**  
1977 год:

$I = 1500$  маш./сут.;  $L = 0,1$  км;

2004 год:

$I = 8000$  маш./сут.;  $L = 0,1$  км.

Таблица 11

**Накопление части дорожного смета за различные интервалы времени**

1977 год			
Диапазон размеров частиц дорожного смета, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
Масса частиц по фракциям, кг/сут			
0,036	0,012		
Масса частиц по фракциям, образующаяся за бездождевой период, кг			
0,065	0,029		
Масса частиц по фракциям, кг/год			
2,61	1,17		
Итого: 3,78 кг/год			
2004 год			
Диапазон размеров частиц дорожного смета, мкм			
Менее 100	100 – 250	250 – 500	Более 500
Масса частиц по фракциям, кг/сут			
0,192	0,064		
Масса частиц по фракциям, образующаяся за бездождевой период, кг			
0,346	0,154		
Масса частиц по фракциям, кг/год			
13,9	6,23		
Итого: 20,13 кг/год			

При прогнозных оценках, проводившихся по формуле (5), значения  $k$  принимались из табл. 3.

6. Смыв почвы с газонов при выпадении дождевых осадков и снеготаянии.

**Состав:** определяется видом используемых почв. Размер частиц: от долей мкм до 200 мкм, доля твердых частиц с размерами менее 100 мкм составляет: для песчаных почв – 0,17,

супесей – 0,367, суглинков – 0,47, чернозёмов – 0,92 [13].

Для оценки выноса почвы с газонов может быть применена формула И. А. Кузника [18]:

$$H = \alpha \cdot \beta \cdot h_c, \quad (6)$$

где  $H$  – смываемый слой почвы, мкм;  $\alpha$  – уклон склона, ‰;  $\beta$  – эмпирический эрозионный коэффициент;  $h_c$  – слой стока, мм.

Для условий Харькова параметры, входящие в формулу (6), имеют вид:  $\beta = 0,5$ ;  $\alpha = 10\text{‰}$ ;  $h_c = 456 \cdot 0,5 = 228$  мм, 0,5 – усредненный коэффициент стока (0,1 – теплый период года, величина близкая 1 – зимнее время). Смываемый годовой слой почвы составляет 1,425 мм, что соответствует 1,425 м<sup>3</sup> с 1,0 га. При объемном весе верхнего слоя почвы 1,5 т/м<sup>3</sup>, имеем 2,1375 тонны почвы, смываемой с 1,0 га в год.

Для рассматриваемой усредненной городской территории площадью 1,0 га, где 0,6 га составляют газоны, годовой вынос почвы равняется 1282,5 кг/год. Полученное значение одинаково как для 1977 года, так и для 2004 года.

Объем твердых частиц, попадающих в водный объект посредством поверхностного стока, составляет:

1977 год – 4548,8 кг с 1,0 усредненного га в год, из них 2447,6 кг имеет размеры большие 250 мкм и, в основном, представлены в виде песка;

2004 год – 11404,13 кг с 1,0 усредненного га в год, из них 7219,3 кг имеет размеры большие 250 мкм и, в основном, представлены в виде песка.

Прогрессирующее заиливание русла реки, как отмечалось ранее, приводит к повышению уровня грунтовых вод и, как следствие, к подтоплению городской территории. Выше мы описали возможный перечень мер, позволяющих резко уменьшить процесс заиливания русел рек. В то же время, если подтопление городской территории произошло, то существуют методы по борьбе с его последствиями.

Так, в 80-е годы НИИОСП им. Н. М. Герсевича на основе отечественного и зарубежного опыта с применением прогрессивных технологий и новых средств механизации в этой области (Приложение к СНиП 3.02.01-83 г.) был разработан метод закрепления грунтов и железобетонных конструкций в строительстве (включая инъектирование).

При производстве аварийно-восстановительных работ НПП Укрспецстрой накоплен положительный опыт применения метода инъектирования в решении следующих проблем:

- усиления и устройства оснований, фундаментов зданий и сооружений;
- устройства защитных стен и других подземных конструкций из закрепленных грунтов в качестве мероприятий против подвижек грунтов;

– устройства глубинных анкеров для наращивания конструкций;

– устройства подпорных стен и укрепления откосов, в т. ч. при вскрытии строительных котлованов и других открытых выработок;

– повышение несущей способности свай и других опор;

– гидроизоляция подземных сооружений и др.

**П**ри выполнении аварийно-восстановительных работ в таких условиях накоплен положительный опыт по применению композиционных материалов на полимерной основе (карбамидной, фенол-формальдегидной, фурановой, акриловой, уретановой и др.). Это позволяет в процессе производства работ создавать композиционный материал с заранее заданными свойствами, который эффективно работает в системе, например: «грунт – композиция», «агрессивная среда – композиция» и др. Кроме того, это дает возможность регулировать начальные и конечные характеристики композиций в широких пределах, осуществлять любые инъекционные работы по гидроизоляции подземных сооружений, устраивать внешнюю вертикальную и горизонтальную гидроизоляцию, горизонтальную гидроизоляцию стен, гидроизоляцию ограждающих конструкций и окружающих грунтов, а также осуществлять несколько операций по инъекционной гидроизоляции в одном технологическом процессе (рис. 1, 3).

Метод инъектирования также применим для решения проблем по закреплению грунтов. Технология основана на инъекционном заполнении полостей и пор грунтового массива скрепляющим материалом на основе цементов и синтетических смол. В результате твердения скрепляющего раствора образуется новый материал «породобетон», обладающий высокими противодиффузионными характеристиками.

В зависимости от физико-механических свойств грунта может быть реализована и технология набивных свай с помощью специального оборудования, разработанного специалистами НПП Укрспецстрой. По данной технологии работы можно производить в непосредственной близости со стенами зданий, в помещениях высотой 2,2 – 2,4 м, а также в подвалах.

Закрепление слабых грунтов позволяет предотвратить опасные деформационные и оползневые процессы насыпей, дамб, сооружений на слабых грунтовых основаниях (рис. 2, 4). Применение данной технологии при укреплении откосов часто бывает эффективным с использованием буро-инъекционных свай или инъекционных анкеров.

Принципиальная технологическая схема.

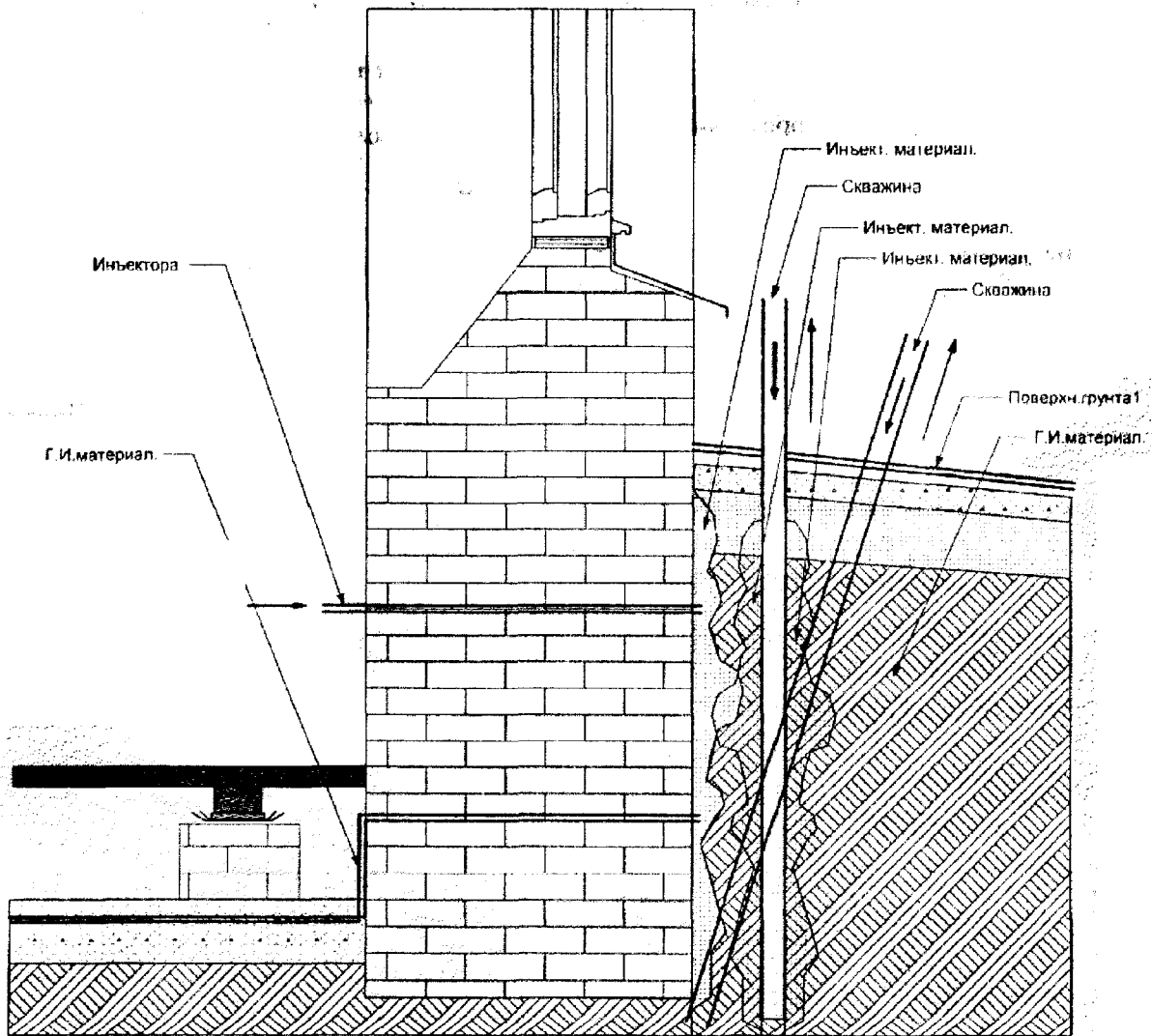


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема инъекционной гидроизоляции

Г. И. материал – гидроизоляционный материал

Нагнетание скрепляющих составов значительно снижает фильтрационные характеристики грунтов. Это позволяет предотвратить разрушение берегов рек, водохранилищ, суффозию грунта из тела автомобильных и железнодорожных насыпей.

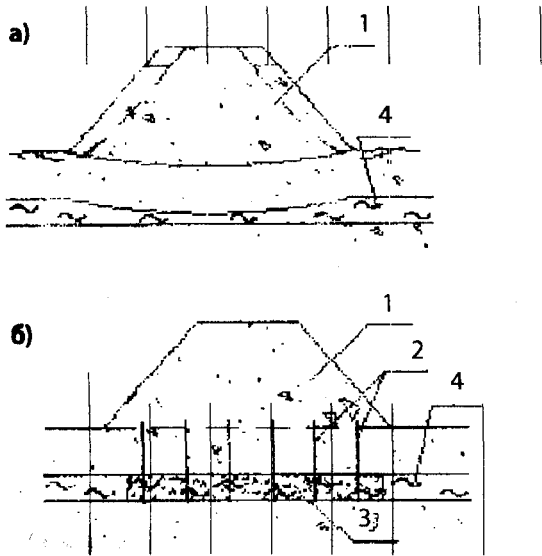
Кроме этого, производство противотрационных завес является эффективным способом предотвращения распространения загрязненных грунтовых вод от городских свалок, шламохранилищ, радиационных могильников.

Применяя данные технологии используются композиции материалов отечественного производства, которые не уступают по своим физико-химическим свойствам зарубежным аналогам, что позволяет достигать и экономического эффекта в таком материалоемком производстве.

Таким образом, в работе предложен метод оценки влияния поверхностного стока, отводимого с урбанизированных территорий, на процесс заиливания русел, а также комплекс мер по борьбе с этим заиливанием и описаны апробированные технологии по ликвидации последствий заиливания русел и подтопления городских территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мостепан Е. В., Рыбалова О. В., Савченко Н. В. Проблема защиты малых рек от загрязнения их поверхностным стоком с урбанизированных территорий // Материалы 4-й Международной междисциплинарной научно-практической конференции «Сучасні проблеми науки та освіти», 1 – 10 мая 2003 года, Ялта, Автономная Республика Крым, Украина, 2003. – С. 67.



а) возможные оползневые процессы в насыпи на слабом основании (торф, ил и т. д.);

б) устойчивое состояние в насыпи при закреплении неустойчивых грунтов в ее основании.

1 – насыпь; 2 – инъекционные скважины;

3 – закрепленный грунт; 4 – слабые грунты

Рис 2. Метод крепления насыпей и откосов

2. Лозанский В. Р., Еременко Е. В., Кузин А. К. Методы и цели охраны вод СССР // Труды советско-

американского симпозиума «Методология и практика планирования охраны речных бассейнов». Харьков: Издательство ВНИИВО, 1981.– С.16 – 43.

3. Хват В. М., Медведев В. С., Мануйлов М. Б., Роненко О. П. и др. Отчёт о НИР «Разработать и внедрить технологический процесс регулирования отведения и очистки поверхностного стока с застроенных территорий (заключительный), № гос. рег. 01.870084. ВНИИВО, Харьков, 1990.– 127 с.

4. Хват В. М., Московкин В. М. Очередность природоохранных и технологических мер по снятию нагрузок на городских ландшафтах // Известия АН, СССР. Серия география.– 1991.– № 9.– С. 74 – 79.

5. Хват В. М., Московкин В. М., Медведев В. С., Мануйлов М. Б. и др. Отчёт о НИР «Разработать и внедрить технологический процесс регулирования отведения и очистки поверхностного стока с застроенных территорий (промежуточный), № гос. рег. 01.870084. ВНИИВО, Харьков, 1988.– 115 с.

6. Московкин В. М., Мануйлов М. Б., Морозов С. В., Мендыгулов Ю. И. и др. Отчёт о НИР «Разработка и создание моделей эколого-экономического прогноза. Методологические аспекты проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы», № гос. рег. 03.890081, Ялтинский отдел Крымского филиала СНИЦ АН СССР, Сочи, 1990.– 106 с.

7. Сиденко В. М., Михович С. И. Эксплуатация автомобильных дорог.– М.: Транспорт, 1978.– 226 с.

8. Бируля А. К., Михович С. И. Работоспособность дорожных одежд.– М.: Транспорт, 1968.–172 с.

9. Мануйлов М. Б., Московкин В. М., Большакова Е. С., Миронова-Копысова К. В. Эколого-экономическое и технологическое управление процессами заиливания русла рек и подтопления городских территорий // Бизнес Информ.–2003.– № 1-2.– С. 49 – 57.

10. Кондратьев К. Я., Хват В. М., Московкин В. М., Мануйлов М. Б. К вопросу изучения дисперсного состава атмосферных аэрозолей и расчёта их осадения // Доклады АН СССР, том 303, №3.– 1998.– С. 501 – 504.

11. Московкин В. М., Мануйлов М. Б. Оценка потоков осадимых аэрозолей и тяжёлых металлов на урбанизированные территории (на примере городов Ялта и Алушта) // В кн.: Вопросы развития Крыма, научно-аналитический сборник, вып. 2.– Изд Центр регионального развития, Крымская Академия наук, Симферополь, 1996.– С. 32 – 36.

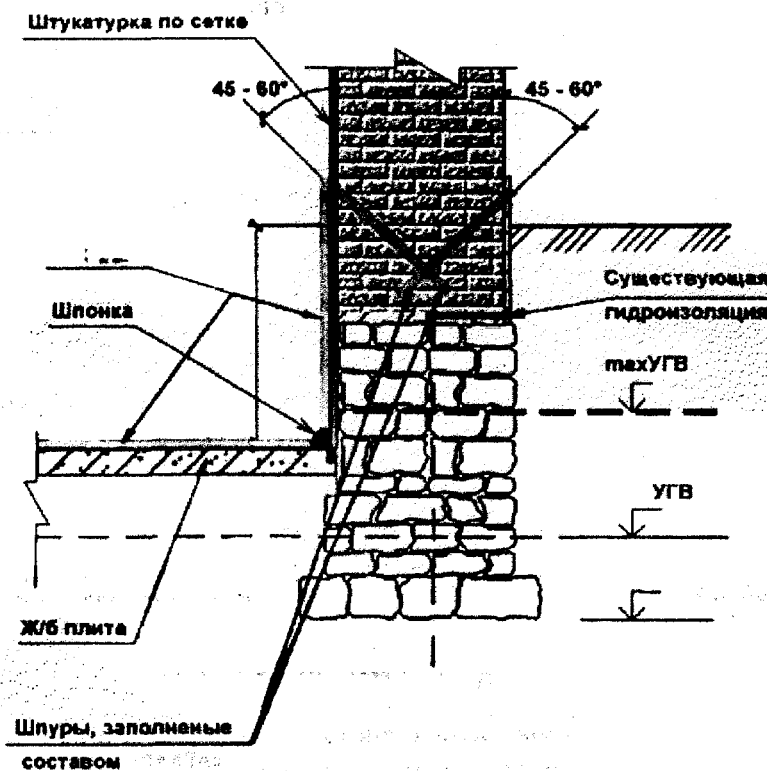
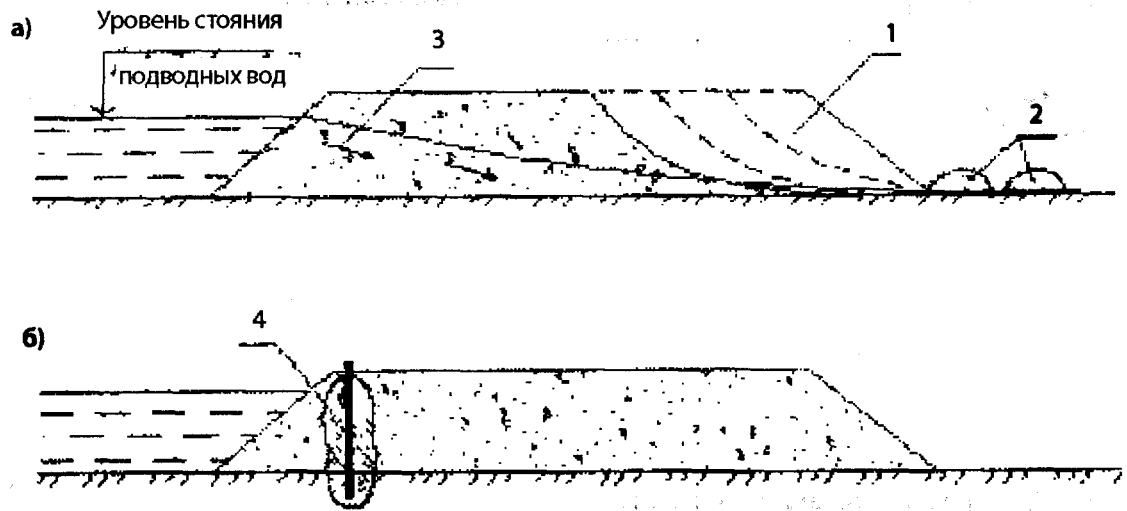


Рис 3. Гидроизоляция фундаментов и подвальных помещений





- а) вид насыпи в разрезе до создания противодиффузионной завесы:
- 1 – зона разрушения земельного полотна;
  - 2 – грунт, вымытый из тела земельного полотна;
  - 3 – фильтрационный поток;
- б) вид насыпи в разрезе после создания противодиффузионной завесы:
- 4 – противодиффузионная завеса

Рис. 4. Метод крепления дамб

12. Хват В. М., Московкин В. М., Мануйлов М. Б., Роненко О. П. Об аэрозольном загрязнении поверхностного стока урбанизированных территорий // Метеорология и гидрология.– № 2.– 1991.– С. 114 – 115.

13. Куричев И. С. Почвоведение.– М.: Колос, 1975.– 496 с.

14. Мануйлов М. Б., Прокопенко В. С., Большакова Е. С. Методология оценки объёмов загрязняющих веществ, привносимых автотранспортными средствами на центральные зоны городских территорий // Науковий вісник будівництва.– 2004.– Вип. 27.– С. 76 – 83.

15. Мануйлов М. Б., Тошинский В. И., Шутинский А. Г., Деменкова С. Л., Скомороха О. П. Перераспределение загрязняющих веществ, накапливающихся на урбанизированных территориях автотранспортными средствами // Вестник национального технического университета «ХПИ».– 2002.– Т. 1, № 9.– С. 40 – 43.

16. Хват В. М. Анализ антропогенного воздействия на формирования поверхностного стока городов // Моделирование и контроль качества вод: Сб. научн. трудов ВНИИВО.– Х., 1988.– С. 92 – 106.

17. Вавельский М. М., Московкин В. М., Хват В. М. Имитационная модель накопления и выноса взвешенных веществ поверхностным стоком с застроенных территорий // Метеорология и гидрология.– 1988.– №4.– С. 48 – 50.

18. Кузник И. А. Агроресомелиоративные мероприятия, весенний сток и эрозия почв.– Л.: Гидрометеоздат, 1962.– 220 с.

19. Калицун В. И. Водоотводящие системы и сооружения.– М.: Стройиздат, 1987.– 336 с.

20. Мануйлов М. Б., Шевченко А. К. Эколого-экономическая оценка влияния поверхностного стока, отводимого с урбанизированных территорий, на качество водных объектов // Управління розвитком.– 2004.– № 1.– С. 92 – 96.