

Л.Л. Машина¹, Э.И. Горяинов², Г.А. Демёхин³

1 - Кременчугский государственный политехнический университет;

2 - Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, Харьков; 3 - Кременчугский горисполком

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ДОЖДЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Приведены перспективные основные направления в области разработки мероприятий, обеспечивающих защиту поверхностных водных объектов от загрязнения ливневыми сточными водами.

Водные ресурсы играют важнейшую роль в обеспечении устойчивого социально-экономического развития Украины. Анализ состояния поверхностных водных объектов в ряде регионов Украины свидетельствует о продолжающемся ухудшении качества воды [1].

Одной из основных причин загрязнения поверхностных водных объектов является поступление в них сточных вод, как из сосредоточенных контролируемых сбросов, так и из диффузных источников, в т. ч. талых и ливневых вод, отводимых с застроенных территорий [2].

Очистка поверхностного стока с урбанизированных территорий относится к важным проблемам при планировании водоохранных мероприятий. Воды данной категории характеризуются высоким содержанием взвешенных и органических веществ, нефтепродуктов, загрязняющих веществ, номенклатура которых обусловлена отраслевой принадлежностью предприятия и санитарным состоянием территории.

В соответствии с Водным кодексом Украины, поверхностный сток с застроенных территорий (дождевые, талые и мочные воды) относится к категории сточных вод, отведение и сброс которых в водные объекты должен регламентироваться. В практических условиях регламентируется только сток с территорий предприятий при непосредственном его сбросе в водный объект.

Многообразие факторов, влияющих на содержание загрязняющих веществ в поверхностном стоке, их непосредственные количественные

соотношения на каждом водосборе усложняют установление химического состава этой категории сточных вод и разработку мероприятий по их обезвреживанию.

Исследования, выполненные в последнее время, показали, что антропогенные нарушения оказывают существенное влияние на процесс формирования химического состава поверхностных вод, однако, до настоящего времени это не нашло отражение в разработанных нормативных документах [3].

Необходимо предусматривать мероприятия по очистке талых, ливневых и поливомоечных вод перед их выпуском в водоём, так как без обезвреживания поверхностного стока достичь необходимого качества воды в водоёмах в пределах городской территории только за счет удовлетворительной очистки промышленных и бытовых сточных вод не представляется возможным [4].

Для достижения этой цели, на первом этапе необходимо определить состав загрязняющих веществ в поверхностном стоке с характерных водосборных территорий и обосновать тарифные ставки за прием ливневых вод в городскую систему дождевой канализации, с последующим сбором платежей в бюджеты различного уровня.

Анализ литературных данных показал, что атмосферные осадки загрязняются различными примесями органического и минерального характера еще в процессе выпадения на поверхность [5]. Атмосферные осадки, извлекая содержащиеся в атмосфере примеси, способствуют очищению атмосферы и служат тем самым одним из источников загрязнения поверхностного стока ванадием [8], сульфатами [9] и такими элементами как Zn, Cr, Br, доля поступления которых с этим источником может составлять 15-60 % от их суммарного количества в поверхностном стоке [6].

Однако основное количество загрязняющих веществ поступает в атмосферные осадки при их стекании с поверхности городской территории.

По данным зарубежных исследований накопление загрязнений на поверхности дорог в среднем для городов составляет 395 кг на 1 км дороги, причём в промышленных районах, накопление вдвое превышает средний показатель для города [12].

Степень загрязнения поверхностного стока зависит как от загрязненности территории, так и от слоя и интенсивности дождевых

осадков, процесса снеготаяния, нормы расхода воды при мойке покрытий. В свою очередь загрязненность территории зависит от численности и отраслевой принадлежности промышленных предприятий, интенсивности движения транспорта, плотности населения, типа застройки и её функционального значения, санитарного состояния территории, на которой происходит формирование стока и т.д. Высокая концентрация органических веществ в поверхностном стоке связана со смывом продуктов деструкции растительности и хозяйственной деятельности человека. Сток дождевых и талых вод характеризуется высокой бактериальной загрязнённостью.

В настоящее время отвести и очистить весь сток, поступающий по ливневой канализации с территории города невозможно. Это связано со значительными капитальными затратами на строительство отводящей системы и сооружений по обработке стока, мощность которых большую часть времени не будет полностью использоваться, резкими изменениями расходов и состава стока и т.д.). Рассредоточенность выпусков, недоступность точек контроля, самовольные подключения абонентов к системе дождевой канализации, это далеко не полный перечень проблем, стоящих перед контролирующими и эксплуатационными службами. Финансирование последних производится только за счёт местных бюджетов, что недостаточно даже для поддержания системы в рабочем состоянии.

Вследствие этого возникает необходимость разработки обоснованных рекомендаций по определению предельно допустимых объёмов стока, направляемых на очистку, и не нарушающих норму качества воды в водоприемнике.

Решение этой задачи связано с определением концентрации загрязняющих веществ в стоке с городской территории. Проведение практических исследований на каждом водосборе не всегда возможно, поэтому важное значение приобретает проблема получения необходимой информации расчётным методом. При этом следует учитывать, что концентрация загрязняющих веществ характеризуется значительной изменчивостью и зависит от гидрометеорологических параметров.

Учитывая сложившуюся ситуацию, для г. Кременчуга разработана программа снижения влияния загрязненного ливневого стока на поверхностные водные объекты. Программа позволяет:

- упорядочить пользование системой дождевой канализации;

- провести исследовательские работы по оценке загрязнённости поверхностного стока;
- обосновать тарифы сбора средств для строительства локальных очистных сооружений;
- получить сбор за использование водных объектов для сброса дождевых вод;
- оценить и компенсировать эксплуатационные затраты за счёт пользователей системы.

Работы проводились в период с февраля по октябрь 2003 года. Для оценки степени загрязнения был выбран ряд характерных водосборных площадей с преобладанием:

- многоэтажной жилой застройки;
- частного сектора;
- промышленных предприятий;
- объектов социальной сферы.

На выбранных участках выполнены гидрохимические исследования твёрдых осадков, стока талых и дождевых вод.

Со стоком снеговых вод в водные объекты поступает значительный объём загрязняющих веществ, причём их содержание в этих водах может превосходить загрязнённость дождевого стока с этого же района в несколько раз [6].

Отбор проб снеговых вод производился в характерных водосборных точках:

точка № 1 – ливневые воды с территорий, занятых многоэтажной жилой застройкой;

точка № 2 – ливневые воды с частного сектора;

точка № 3 – ливневые воды с центральной части города;

точка № 4 – фоновая проба (пруд на р. Сухой Кагамлык);

точка № 5 – проба, ниже сброса ливневых вод р. Сухой Кагамлык;

точка № 6 – воды с территорий промышленных предприятий.

Результаты анализов проб снеговых вод представлены в табл. 1.

Результаты анализов проб снеговых вод, выполненных в марте 2003 года, представлены в табл. 2. Отбор проб снеговых вод производился в тех же характерных водосборных точках.

Таблица 1

Химический состав талых вод с характерных водосборов

№ пп	Наименование вещества	Номер точки отбора						ПДК хоз-быт
		1	2	3	4	5	6	
1	Аммоний солевой, мг/дм ³	6,0	6,96	6,96	0,4	3,4	3,5	2
2	Нитриты, мг/дм ³	0,32	0,32	0,48	0,07	0,32	0,58	1,0
3	Нитраты, мг/дм ³	4,75	5,32	3,42	1,9	3,61	3,8	45
4	Железо общее, мг/дм ³	0,92	1,2	2,2	0,07	1,2	3,0	0,3
5	Сульфаты, мг/дм ³	23,4	41,6	72,8	114,4	93,6	114,4	500
6	Хлориды, мг/дм ³	21,3	33,3	107,9	42,7	47,9	62,7	350
7	Взвешенные вещества, мг/дм ³	35,6	15,8	107,6	3,8	33,6	38,0	4,6
8	Нефтепродукты, мг/дм ³	1,11	0,245	0,759	0,036	0,210	0,574	0,3
9	pH	6,37	6,43	6,43	7,84	7,6	7,05	6,5-8,5
10	БПК, мгО ₂ /дм ³	12,5	15,6	17,08	11,7	14,4	23,2	6
11	ХПК, мгО/дм ³	133,3	165,6	181,8	125,2	153,5	246,4	30

Таблица 2

Химический состав талых вод с характерных водосборов

№ пп	Наименование вещества	Номер точки отбора						ПДК хоз-быт
		1	2	3	4	5	6	
1	Аммоний солевой, мг/дм ³	0,4	5,32	9,3	2,3	2,9	5,6	2
2	Нитриты, мг/дм ³	1,6	0,96	1,12	0,61	1,4	1,5	1,0
3	Нитраты, мг/дм ³	45,6	4,2	4,6	2,7	4,2	7,6	45
4	Фосфаты, мг/дм ³	0,8	4,7	4,3	1,5	1,6	3,8	3,12
5	Сульфаты, мг/дм ³	234	46,8	75,4	10,4	49,4	114,4	500
6	Хлориды	97,6	15,1	34,4	8,3	35,8	100,4	350
7	Взвешенные вещества, мг/дм ³	35,5	130,6	29,5	13,4	38,2	217,2	14,1
8	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,121	1,05	0,258	0,076	8,91	16,71	0,3
9	Минерализация, мг/дм ³	1976	1005	179	569	260	1328	1000
10	БПК, мгО ₂ /дм ³	1,2	1,2	4,8	2,0	6,7	7,1	6
11	ХПК, мгО/дм ³	193,9	258,6	371,7	130,6	363,6	220,5	30

В снеговых водах обнаружено значительное превышение требований, предъявляемых к хозяйственно-бытовым водам для азота нитритного, азота нитратного, железа, азота аммонийного, взвешенных веществ, а также таких показателей как БПК и ХПК. Их сброс в водоём приводит к резкому ухудшению качества воды в водоприемнике, поскольку интенсивность процессов самоочищения в этот период понижена.

Отбор проб осеннего дождевого стока проводился в наиболее доступном ливневом коллекторе, собирающем дождевые воды с центральной части города. Полученные результаты представлены в табл.3.

Таблица 3

Результаты анализов проб дождевых вод (осень)

№ пробы	Наименование вещества					
	Нефтепродукты	ПДК мг/дм ³	Кратность превышения, раз	Взвешенные вещества	ПДК мг/дм ³	Кратность превышения, раз
	мг/дм ³			мг/дм ³		
1	9,6	0,3	32	73,6	14,1	5,2
2	8,4	0,3	28	87,7	14,1	6,2
3	8,7	0,3	29	91,5	14,1	6,5
4	7,5	0,3	25	86,7	14,1	6,1
5	7,3	0,3	24	95,2	14,1	6,8
6	8,3	0,3	28	83,8	14,1	5,95
7	10,2	0,3	34	71,4	14,1	5,1
8	7,6	0,3	25	89,5	14,1	6,3
9	9,2	0,3	31	91,3	14,1	6,5
10	8,9	0,3	30	79,8	14,1	5,7

Исследования проб воды дождевого стока показали, что концентрация загрязняющих веществ в последнем непостоянна и изменяется в процессе стока [10].

Наиболее значительно концентрация загрязняющих веществ в ливневом стоке возрастает за период, равный времени добегаания воды от крайней точки бассейна до расчётного створа, поскольку этот временной отрезок учитывает поступление загрязняющих веществ со всей площади стока [11].

На содержание взвешенных веществ и бактерий заметно влияет интенсивность дождя, а количество выпадающих осадков и продолжительность «сухой» погоды в значительной мере обуславливают концентрацию органических веществ в стоке дождевых вод [6].

Установление динамики распределения выноса загрязняющих веществ в течение ливневого стока позволяет оценить долю поверхностного стока, нуждающегося в обезвреживании перед сбросом в водоём.

Отбор проб твёрдых атмосферных осадков в феврале 2003 г производился в точках:

- точка №1 – центральный парк «Приднепровский» – фоновая точка;
- точка №2 – перекрёсток центральных магистралей;
- точка №3 – многоэтажная жилая застройка.

Результаты определения содержания тяжелых металлов в твёрдых атмосферных осадках представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты контроля твёрдых атмосферных осадков

№ п/п	Наименование вещества	Номер точки отбора			ПДК хоз-быт
		1	2	3	
1	Цинк, мг/дм ³	0,114	0,78	0,072	1
2	Свинец, мг/дм ³	0,025	0,025	0,025	0,03
3	Железо общее, мг/дм ³	0,12	3,7	0,082	0,3
4	Хром, мг/дм ³	0,013	0,013	0,013	0,05
5	Кобальт, мг/дм ³	0,025	0,025	0,025	Отсутств.
6	Марганец, мг/дм ³	0,023	0,087	0,043	0,1

Твёрдые осадки оказывают заметное влияние на химический состав воды талого стока вследствие аккумуляции примесей, поступающих из атмосферы. В связи с этим снеговые воды могут значительно загрязнять водоёмы во время снеготаяния и поэтому в комплексы водоохраных мероприятий необходимо включать вопросы, связанные с предотвращением поступления снеговых вод в водоёмы, особенно из мест вывоза снега.

Полученные результаты были использованы для разработки “Положения о порядке приёма ливневых вод с территории предприятий в дождевую канализацию г. Кременчуга” с целью поэтапного снижения воздействия загрязнённого дождевого стока на водные объекты, которое будет осуществлено путём строительства очистных сооружений, в необходимых случаях, за счёт средств собранных с абонентов сети.

* *

Наведено перспективні основні напрями в галузі розробки комплексу заходів щодо забезпечення захисту поверхневих водних об'єктів від забруднення дощовими стічними водами.

* *

1. Міністерство екології та природних ресурсів України. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 1999 році. – К.: вид-во Раєвського, 2000.
2. Сборник докладов делегации МПР России на II Всероссийском съезде по охране природы (Саратов, 3-5 июня 1999 г.) / Под ред. *Н.Н. Михеева, Н.Г. Рыбальского*. – М.: НИА – Природа, 1999. – 140 с.
3. *Мисковець І.Я.* Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к. геогр. н. „Антропогенні зміни в басейнах малих річок (на прикладі волинської області) – Чернівці: 2003 .
4. *Климкова В.Ф., Правошинский Н.А.* Характеристика состава дождевых вод, стекающих с территории промышленных предприятий. В кн.: Использование природных и сточных вод. Минск, 1975.
5. *Матвеев А.А.* и др. Оценка поступления веществ из атмосферы с пылью и атмосферными осадками // Качество вод и научные основы их охраны: Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда (октябрь 1973 г.), Л., 1976. - Т. 9.
6. *Правошинский Н.А., Гапило П.Д.* О расчёте загрязнения водоёмов поверхностным стоком // Водоотведение и очистка вод. – Минск, 1969.
7. *Скакальский Б.Т.* Влияние урбанизации на качество речных вод // Труды ГТИ. – Л., 1973.
8. *Montiel A.* Le vanadium dans les eaux meteoriques influence sur les eaux de surface/ - In: Progr. Water Nechnol. – 1975, 7, N 5,6,1. P 51-60.
9. *Swan R.W., Whelpdale D.H.* Sulfate deposition by precipitation into lake Ontario. – In: Water Air and Soil Pollut. – 1973, 2, NI, P.25-128.
10. Urban Storm Water Runoff and Combined Sewer Overflow Pollution. Era, П024 FKM 12/71/ – 1974. – 183 p.
11. *Hedley G., Ring M.V.* Suggusted correlaton between stopm sewage characteristics and storm overflow performance. – In: Proceeding of the Institution of Civil Engineers. – 1971, 48, N 3, P. 349-411.
12. *Sartor J.D.* water pollution aspekt at street surface contaminants. In: Water Pollut. Control Federat. – 1974. – P. 1012-1016.