

2. *Wilson Wm. E., Jr.* A Study of Sulfur Dioxide in Photochemical Smog / Wm. E. Wilson Jr., Arthur Levy, and D.B. Wimmer // Journal of the Air Pollution Control Association. – 1972. – Vol. 22. – No 1. – P. 27-32. DOI: 10.1080/00 022470.1972.10469605.
3. *Marathe S.A.* Multiple Regression Analysis of Ground level Ozone and its Precursor Pollutants in Coastal Mega City of Mumbai, India / S. A. Marathe, S. Murthy, N. Gosawi, and M. Herlekar // MOJ Eco Environ Sci. – 2017. – Vol. 2. – No 6: 00041. DOI: 10.15406/mojes.2017.02.00041.
4. *Anadolu O. O. U.* Atmospheric Concentrations of Inorganic Pollutants (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> and Ozone) in Eskisehir: Spatial and Vertical Variations, Weekday-Weekend Differences / O. O. U. Anadolu // University Journal of Science and Technology A- Applied Sciences and Engineering. – 2018. – Vol. 19. No 2. – P. 523 – 535. DOI: 10.18038/aubtda.376520.
5. *Божкова В. В.* Причины «странного» поведения приземного озона в апреле 2019 г. / В.В. Божкова и [др]// Природные ресурсы. – 2021. – № 2. – С. 94 – 103.

## **ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ENVIRONMENTAL CLEANING MEASURES SURFACE FLOW FROM URBANIZED AREAS**

***М. М. Мадани***

***M. Madani***

*Одесская национальная академия пищевых технологий ОНАПТ  
г. Одесса, Украина*

*Odessa National Academy of Food Technology ONAFT,  
Odessa, Ukraine  
madanikader50@gmail.com*

В статье предлагается совершенствование методов обеспечения экологической безопасности окружающей среды при очистке поверхностного стока с урбанизированных территорий. Проведен анализ влияния поверхностного стока с урбанизированных территорий на экологическую ситуацию в районе строительства очистных сооружений. Обосновано и экспериментально доказано для г. Одессы необходимость комплексного решения проблемы очистки поверхностного стока с урбанизированных территорий с учетом данных формирования, загрязнения и особенностей дождевых и талых вод.

The article proposes the improvement of methods for ensuring the ecological safety of the environment when cleaning surface runoff from urbanized areas. The analysis of the influence of surface runoff from urbanized areas on the ecological situation in the area of construction of treatment facilities has been carried out. Justified and experimentally proved for the city of Odessa the need for a comprehensive solution to the problem of cleaning surface runoff from urbanized areas, taking into account the data on the formation, pollution and characteristics of rain and melt waters.

*Ключевые слова:* поверхностный сток, дождевые и талые воды, урбанизированная территория.

*Keywords:* surface runoff, rain and melt water, urbanized area.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-352-355>

**Введение.** Среди факторов, которые негативно влияют на состояние урбанизированных территорий и окружающей среды является загрязненный поверхностный сток. В задачи исследований входило охарактеризовать влияние поверхностного стока с урбанизированной территории на окружающую среду и разработать природоохранные мероприятия по его обезвреживанию (на примере г. Одесса).

На сегодня водотоки г. Одессы преобразованы в объекты преимущественно дождевого питания, поэтому качество их вод в значительной степени зависит от качественного состава поверхностного стока, который в достаточной мере не исследован, изменчивый, и при отсутствии его очистки впоследствии может привести к заиливанию и загрязнению водных экосистем. [1]

Экологическая безопасность городских территорий может быть достигнута лишь при комплексном решении проблемы: от анализа закономерностей образования и загрязнения поверхностного стока к разработке на этой основе комплексных технологических систем его очистки.

Первоочередной задачей было установление закономерностей динамики формирования поверхностного стока для г. Одессы за долгосрочный период (1920-2020 гг.), по данным геофизической обсерватории. Изменение расходов осадков по месяцам, сезонам, годам и периодам представлено в табл. 1.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

- происходит постоянный рост среднего количества осадков за год на 8, 1% (от 582,6 до 629,7 мм);
- разница между максимальным и минимальным количеством осадков за период 1920-2020 гг. сократилась на 57% (с 447,1 до 210,8 мм);
- среднегодовое количество осадков превышало регламентированную СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» [2] по разным периодам и градациям на 15,6-37,9%;
- фиксируется постоянный рост количества осадков по сезонам лето и осень, за лето выпало в среднем до 34,7% количества осадков за год (мм);
- определены 5 основных типов хода осадков для Одессы по положению периода максимальной интенсивности: к I типу отнесены дожди с максимумом интенсивности в начале или в первой трети осадков (их количество составляет 23% общего количества дождей); дожди II типа - с равномерной интенсивностью (7% общего количества дождей); к III типу отнесены дожди с максимумом интенсивности в конце дождя (17%); к IV типу отнесены дожди с максимумом интенсивности внутри всего периода выпадения (35%); к V типу отнесены дожди с двумя максимумами интенсивности - в начале и в конце выпадения (18%).
- установленные закономерности изменения количества осадков должны учитываться при расчетах объемов накопителей при очистке поверхностного стока г. Одессы и дают возможность рекомендовать разработчикам нормативных документов внести изменения в формулы по определению объема поверхностного стока, который стекает с поверхности водосборных территорий городов.

Следующим этапом комплексного решения проблемы обезвреживания поверхностного стока стало исследование загрязненности в разных районах г. Одессы (статистически обработаны 282 пробы). Проанализированы показатели качества воды 69 водовыпусков неочищенного поверхностного стока (дождевых и талых вод) в Черное море г. Одессы в 10 районах по 2018 г. (92 пробы) и 2020 г. (126 проб). Все пробы отбирались во время выпадения осадков или снеготаяния, поэтому практически невозможным является осуществление отбора пробы наиболее загрязненной порции дождя водовыпуска, которая, как правило, наблюдается в начальный момент поступления стока. Максимальные концентрации загрязняющих веществ в отобранных пробах в 2018 году составили мг/л: взвешенные вещества - 37,2, нефтепродукты - 0,42, ХПК - 44,2; в 2020 году: взвешенные вещества - 39,3, нефтепродукты - 0,734, ХПК - 68,0. Были проанализированы загрязненность дождевого (141 проба) и талого (77 проб) стока. Установлено, что загрязненность дождевого и талого стока существенно не отличается, за исключением концентрации хлоридов, которая в талом стоке в среднем в 2,9 раза выше, чем в дождевом (103,3 мг/л против 36,0 мг/л). Это объясняется обработкой дорог в зимний период соляными смесями.

Анализ качества загрязненного поверхностного стока, который поступает на существующие очистные сооружения в г. Одесса (63 пробы), показал, что максимальные концентрации загрязняющих веществ составили: взвешенные вещества - 958,4 мг/л, ХПК - 85,36 мгО<sub>2</sub>/л, нефтепродукты - 3,42 мг/л.

Установлено, что концентрации загрязняющих веществ в поверхностном стоке, регламентированы ДСТУ 3013-95 «Гидросфера. Правила контроля за отводом дождевых и снежных сточных вод с территории городов и промышленных предприятий» [3], значительно превышены и требуют уточнения в сторону уменьшения для г. Одессы.

Проанализировано, что для городов Украины, и в частности г. Одессы, наиболее рациональным является использование децентрализованной распределительной системы отвода и очистки поверхностного стока для отдельных бассейнов водосбора, что позволит избежать использования многих насосных станций и оборудования, уменьшить энергоёмкость, сократить длину канализационных сетей, что будет способствовать их меньшему засорению.

Анализ существующих технологий очистки поверхностного стока показал, что существует необходимость в разработке комплексных технологических схем его очистки, поскольку существующие схемы характеризуются существенными недостатками:

- использование безреагентного длительного отстаивания требует значительных свободных площадей, которые в условиях большого города практически отсутствуют;
- внедрение схем, предусматривающих использование сорбентов для объектов большой мощности резко увеличивает стоимость обработки и должно быть экономически и экологически обоснованно, поскольку производство и регенерация сорбентов могут потребовать значительных затрат, в том числе на утилизацию отработанного материала;
- экологически нецелесообразным является использование фильтров, требующих промывки специальными реагентами.

Учитывая проведенный анализ, для очистки поверхностного стока предложено 2 типа очистных сооружений, определяющим критерием выбора каждого выступает расход загрязненных вод.

Определяющими факторами для классификации сооружений на типы в зависимости от мощности стали:

- обеспечение экологически безопасного состояния окружающей среды в районе эксплуатации сооружений очистки поверхностного стока;
- потребность в земельных ресурсах, выступает одним из главных факторов в условиях ценности и наличия свободных площадей в городских районах;
- капитальные затраты на строительство сооружений и оборудования;
- эксплуатационные затраты, включающие стоимость обслуживания, реагентов и утилизацию осадков.

Таблица 1 – Характеристика осадков в городе Одесса за период 1920 – 2020 года

Показатели	Периоды				
	1920 -1945	1946 -1970	1971-1995	1996-2020	1920-2020
Минимальное количество осадков за год, мм	404,6 (1921 г.)	416,9 (1974 г.)	395,6 (1983 г.)	537,1 (1995 г.)	395,6 (1983 г.)
Максимальное количество осадков за год, мм	851,7 (1933 г.)	924,9 (1970 г.)	902,4 (1980 г.)	747,9 (2004 г.)	924,9 (1970 г.)
Среднее количество осадков за год, мм	582,6	621,1	622,1	629,7	609,9
в т. ч. за теплый период (апрель-октябрь), мм/% сер. за год	393,0 / 67,5	409,7 / 66	394,6 / 63,4	425,6 / 67,6	403,7 / 66,2
	-	1946–1970	1971–1995	1996–2020	1946–2020
Среднее количество суток с осадками за год	-	166	157	150	158
в т. ч. за теплый период (апрель-октябрь), мм/% сер. за год	-	85 / 51,2	79 / 50,3	80 / 53,3	81 / 51,3
Количество осадков, мм/год	Количество случаев (кроме 1937, 1941, 1943, 1981, 1991 годов)				
до 450	6	2	3	-	11
450 – 500	6	3	3	-	12
500 – 550	10	1	7	2	20
550 – 600	4	6	2	8	20
600 – 650	8	4	2	7	21
650 – 700	4	5	2	8	19
700 – 750	3	2	5	2	12
750 – 800	1	1	1	-	3
800 – 850	2	-	1	-	3
850 – 900	1	1	2	-	4
больше 900	-	1	1	-	2
до 685	38	21	18	21	98
больше 685	7	5	11	6	29
	Количество осадков за месяцами, сезонами, периодами				
Зима, в т. ч.	108,7	120,3	136,1	117,5	119,1
Декабрь	43,6	43,2	49,0	41,5	44,2
Январь	32,9	38,7	44,3	38,2	37,8
Февраль	32,2	38,4	42,8	37,8	37,1
Весна, в т. ч.	136,3	156,2	123,8	144,0	139,6
Март	40,9	41,0	36,8	37,9	39,4
Апрель	45,2	53,0	35,6	52,1	46,3
Май	50,2	62,2	51,4	54,0	53,9
Лето, в т. ч.	200,3	202,1	215,9	218,3	209,1
Июнь	74,1	69,1	62,9	81,0	72,0
Июль	71,0	68,5	77,0	73,8	73,5
Август	55,2	64,5	76,0	63,5	63,6
Осень, в т. ч.	137,4	142,5	143,6	146,9	142,0
Сентябрь	48,4	47,9	44,6	60,2	50,1
Октябрь	48,9	41,1	44,4	38,2	43,9
Ноябрь	40,1	53,5	54,6	48,5	48,0

Для объектов небольшой мощности (I тип сооружений) наиболее экономически целесообразным, по капитальным и эксплуатационным затратам, является строительство очистных сооружений углубленного типа с использованием колодцев и резервуаров. Именно такая схема разработана для территорий, загрязненных нефтепродуктами и взвешенными веществами (автозаправочные станции, станции технического обслуживания, паркинги автотранспорта).

При этом экономически нецелесообразным является внедрение очистных сооружений с использованием электрооборудования и тех, которые требуют присутствия обслуживающего персонала. Это обуславливает практическую невозможность избежать сорбционных методов очистки. Поскольку мощность очистных сооружений небольшая, экономически целесообразным является периодическая замена сорбционного материала и утилизация использованного. Технологическая схема сооружений I типа предусматривает:

1. Блок улавливания песка и грубодисперсных примесей, оснащен полупогруженной перегородкой и нефтеосорбционным боном с наполнителем из гранулированного сорбента и биопрепарата на основе торфа «Эконадин» для сорбции и биодеструкции плавающих нефтепродуктов и масел.

2. Нефтесепараторы в составе седиментационного отстойника, коалисцентной вставки для удаления нерастворимых веществ и эмульсированных нефтепродуктов (сорбируются на поверхности, плавающим боном) и сорбционного фильтра для удаления растворимых нефтепродуктов.

3. Сооружения доочистки воды (биолато или биореактор), в зависимости от требований к качеству очищенных вод.

Преимуществом таких очистных сооружений является подземное исполнение, компактное размещение, сравнительно невысокая стоимость и обеспечение необходимой эффективности очистки.

Для объектов большой мощности (II тип сооружений) разработана новая современная технология, которая обеспечивает: высокую эффективность очистки; рациональное использование водных ресурсов путем внедрения повторного использования очищенных вод; образования минимального количества отходов, в частности осадка, возможность их утилизации; предупреждение загрязнения окружающей природной среды в случае аварийных ситуаций; минимизацию необходимой территории под строительство очистных сооружений.

Сооружения выполняются в виде канализационной насосной станции (КНС) со встроенным блоком очистки (ВБО), которая включает: аккумулирующий резервуар с нефтесорбционным боном; блоки предварительной механической (для удаления песка) и физико-химической очистки (для удаления примесей II и III групп дисперсности, нефтепродуктов в состоянии эмульсий), состоящие из гидроциклонов (или сепараторов песка) и установок «Флокфил» (в составе флотатора, отстойника, фильтра с модифицированной пенополистирольной загрузкой, аэробного стабилизатора осадка), а также блок механического обезвоживания осадка. При обосновании целесообразности для обеззараживания очищенных вод осуществляется использованием УФ-лампы. Доочистка вод осуществляется в биолато.

По технологической схеме II типа сооружений можно осуществлять совместную очистку поверхностного стока и вод от мойки транспорта. Для этого рассчитывается 2 накопителя загрязненных вод: первый - для поверхностного стока, второй - для вод от мойки транспорта. Предполагается повторное использование очищенных вод для мойки транспорта, полива, пожаротушения и другое.

Сооружения предварительной очистки обеспечивают подготовку поверхностного стока к его доочистке от взвешенных веществ, растворенных органических веществ (нефтепродуктов), а также биогенных элементов, вызывающих эвтрофикацию водоемов. Доочистка дождевых и талых вод происходит в биолато.

#### **Выводы:**

- установлено закономерности образования поверхностного стока и его загрязненность;
- предложено на этой основе комплексные технологические схемы очистки поверхностного стока в зависимости от его расходов и загрязнения;
- определяющими факторами при выборе технологических схем очистки являются: обеспечение экологически безопасного состояния окружающей среды в районе эксплуатации сооружений очистки поверхностного стока; уменьшение потребности в земельных ресурсах под строительство очистных сооружений; уменьшение капитальных и эксплуатационных затрат.

Конечной целью природоохранной деятельности является достижение состояния безопасного функционирования природных экосистем и урбоэкосистем.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Коцарь Е.М., Диренко А. А. Очистка загрязненных дождевых и талых вод // СОК (сантехника, отопление, кондиционирование). - 2005. - № 3(15). - С. 12-14.
2. СНиП 2.01.01-82. "Строительная климатология и геофизика". Госстрой СССР. - Москва: Стройиздат, 1983.
3. ДСТУ 3013-95. Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з територій міст і промислових підприємств. - К.: Держстандарт України, 1995. - 14 с.