

# ЛИВНЕВЫЕ СТОКИ С АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

## УРОВНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ПЛАТЕЖИ ЗА СБРОСЫ

Ливневые стоки с автомобильных дорог, будучи загрязнены различными веществами, могут оказывать заметное влияние на экологическое состояние пересекаемых водных объектов. В проектах дорог это воздействие всегда учитывается, для того чтобы подобрать соответствующие способы снижения негативных последствий, удовлетворить установленным нормативным требованиям. Следствием этого являются значительные расходы на строительство и обслуживание очистных сооружений ливневых стоков, а также необходимость осуществлять платежи за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности.

Необходимыми исходными данными для расчетной оценки воздействия на водную среду и определения платежей за сбросы являются концентрации загрязняющих веществ в ливневых стоках, поступающих с дорожного покрытия. Однако для назначения расчетных концентраций сегодня используются устаревшие методические основания, которые не учитывают многих позитивных изменений, произошедших за последние десятилетия. Поэтому дорожная отрасль остро нуждается в обновлении нормативно-методической основы в части расчетов загрязнения ливневых стоков. Такое совершенствование должно опираться, прежде всего, на экспериментальную базу как отечественных, так и зарубежных исследований. Необходимо также переосмыслить и всю систему природоохранного регулирования по защите водных объектов при строительстве автомобильных дорог.

Очевидно, что за прошедшие десятилетия много что изменилось: повысилось качество собственно автотранспортных средств, а также используемых ими топлива и масел, более жесткими стали требования к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, при производстве и эксплуатации автомобилей стали использовать много новых материалов, изменилось качество дорожных покрытий. Кроме того, в 2003 году в России вступил в силу закон, запрещающий производство и обращение этилированного бензина, что делает проблему загрязнения свинцом не такой актуальной, как ранее. В свете этих изменений становится понятной необходимость исследований загрязнения стоков с дорог в современных условиях и корректировки величин расчетных концентраций.

Справедливости ради необходимо назвать еще один позднейший документ, который указывает величины расчетных концентраций в дорожных стоках: «Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с сельских территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты» (ВНИИ «ВОДГЕО», 2006). Здесь предлагается принимать концентрации нефтепродуктов в стоках с дорог – 20 мг/л, взвешенных веществ – 1000 мг/л, что вряд ли можно рассматривать как существенные изменения в оценках.

Существенным недостатком обсуждаемых документов, впрочем, как и многих других, применяемых в экологическом проектировании дорог, является то, что автомобильная дорога рассматривается как стационарный источник загрязнения. В части загрязнения ливневых стоков это подразумевает использование при расчетах модели с постоянным расходом и составом сточных вод, хотя



Контролируемыми параметрами в ливневых стоках с автомобильных дорог являются нефтепродукты и взвешенные вещества. Это нормативное положение вытекает из требований строительных норм СН 496-77 – временной инструкции, действующей более 35 лет, и из «Рекомендаций по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомо-

бильных дорог и мостовых переходов» (М., СоюздорНИИ, 1995). В указанных документах концентрации в ливневых стоках рекомендуется принимать для нефтепродуктов – 24 мг/л, для взвешенных веществ – 1300 мг/л. В рекомендациях СоюздорНИИ в дополнение к сказанному предложено принимать в расчет также и концентрации свинца – 0,28 мг/л.

Место отбора проб	Средние (из серии экспериментов) концентрации загрязняющих веществ, мг/л					Относительные значения	
	Нефтепродукты (НП)	Взвешенные вещества (ВВ)	ХПК	БПК5	Свинец	ХПК/ВВ	Свинец/ВВ
С дорожного полотна	3,23	491	730	44,5	0,081	1,48	$1,65 \times 10^{-4}$
На входе в очистные сооружения	0,47	128	173	12,7	0,024	1,35	$1,87 \times 10^{-4}$
На выходе из очистных сооружений	0,15	77	119	3,4	0,012	1,54	$1,62 \times 10^{-4}$

Табл. 1. Средние концентрации загрязняющих веществ в ливневых водах на дорожном полотне КАД и на очистных сооружениях (ГБП)

в действительности концентрации загрязняющих веществ существенно зависят от продолжительности, интенсивности и частоты дождей.

Кроме указанных выше нефтепродуктов, взвешенных частиц и соединений свинца в действующих нормативно-методических документах не рассматриваются иные поллютанты, хотя хорошо известно, что сточные воды с автомобильных дорог содержат, к примеру, медь, цинк, фосфаты, нитраты и другие загрязнители. К сожалению, в России систематические исследования сточных вод с автомобильных дорог практически не проводятся. Известны отдельные работы по изучению стока с городских территорий, с площадок АЗС, однако проблема состава загрязнений ливневых вод именно с автомобильных дорог в подробностях не освещалась.

В этих условиях специалисты ЗАО «Эко-транс-Дорсервис» предприняли целый ряд экспериментальных исследований загрязняющих веществ в стоках на различных дорогах и, прежде всего, на Кольцевой автомобильной дороге вокруг Санкт-Петербурга (КАД), для которой практически весь период строительства и эксплуатации выполнялся экологический мониторинг, в том числе и на пересекаемых водных объектах.

Организация отбора проб ливневых стоков непосредственно с дорожного полотна, а также на входе и выходе очистных сооружений, – дело непростое. По крайней мере, необходимо дожидаться дождя в нужном месте, имея необходимые устройства и подготовленный инструментальный для отбора

проб. Тем не менее, на КАД было проведено около полутора десятков таких измерений. Они показывают, что средняя концентрация нефтепродуктов в дождевом стоке непосредственно с дорожного полотна составляет 3,2 мг/л. Диапазон измеренных концентраций нефтепродуктов находился в пределах от 0,26 до 13,0 мг/л, медиана для ряда наблюдений составляет 1,65 мг/л. Указанные величины существенно ниже

рекомендуемых в упомянутых выше устаревших документах.

Одновременно проводимые во время дождей исследования концентраций нефтепродуктов на входе и выходе очистных сооружений – гидробиотических прудов (ГБП) – показали, что вода в значительной степени очищается от нефтепродуктов по мере добегания к очистным сооружениям по кюветам.

№ п/п	Показатель	Средние концентрации, мг/л			
		США*	Швеция, в зависимости от интенсивности движения, тыс. авт./сут. **		
			0–15	15–30	30–60
1.	Взвешенные вещества (TSS)	99	75	100	125
2.	БПК5 (BOD5)	8,0	–	–	–
3.	ХПК (COD)	100	40	60	95
4.	Азот нитратов и нитритов	0,28	–	–	–
5.	Азот аммонийный (TKN)	2,0	–	–	–
6.	Азот общий (Total N)	2,28	1,2	1,5	2,0
7.	Растворенный фосфор (Dissolved P)	0,20	–	–	–
8.	Общий фосфор, (Total P)	0,25	0,15	0,20	0,25
9.	Ионы меди (Dissolved Cu)	0,0109	0,035	0,045	0,060
10.	Медь (Total Cu)	0,0347	–	–	–
11.	Растворенный цинк (Dissolved Zn)	0,051	0,100	0,150	0,250
12.	Цинк (Total Zn)	0,2	–	–	–
13.	Свинец (Pb)	–	0,02	0,025	0,030

Табл. 2. Средние концентрации загрязняющих веществ в стоках с автомобильных дорог  
Источники информации:

\* Center for Watershed Protection, Urban Stormwater Retrofit Practices. Appendices, Washington, D.C., 2007.

\*\* Camilla Westerlund, Seasonal Variations of Road Runoff in Cold Climate, Lulee University of Technology, Lulee, 2005.





Рис. 1. Пробы дождевых сточных вод в лаборатории. Слева направо: с проезжей части, на входе № 1 в ГБП, на входе № 2 в ГБП, на выходе из ГБП после очистки

Кроме того, происходит разбавление за счет условно чистой воды, попадающей в кюветы с откосов насыпей и прилегающих территорий. И только после этого соответствующая доочистка происходит на ГБП. Качество очистки ливневых стоков хорошо наблюдается даже визуально (см. рис. 1).

Величины других показателей, которые определялись в указанных выше условиях, представлены в табл. 1. В таблице приведены осредненные показатели по серии проведенных экспериментов, и она дает представление о той работе, которую выполняют очистные сооружения (в данном случае ГБП). Обращает на себя внимание, что значительная часть очистки происходит в процессе добегания ливневых стоков от проезжей части до входа очистных сооружений. Это касается не только нефтепродуктов и взвешенных веществ, но и таких интегральных показателей загрязнения, как ХПК (химическое потребление кислорода) и БПК<sub>5</sub> (биологическое потребление кислорода за 5 дней). Примерное постоянство отношений содержания ХПК и свинца к взвешенным веществам, продемонстрированное в табл. 1, свидетельствует о том, что эти параметры, по-видимому, обусловлены специфическим химическим составом взвешенных веществ.

В противовес скромным отечественным исследованиям, в США, Канаде, странах ЕЭС на протяжении нескольких десятилетий ведется серьезная

научная работа по изучению состава сточных вод с автомобильных дорог и способов их очистки. Некоторые из результатов этих работ, подытоживающие материалы большого количества наблюдений, для сопоставления приведены в табл. 2. Здесь приведены дан-

ные для оценки валового содержания и растворенных форм, что немаловажно, так как рыбохозяйственные нормативы установлены, как правило, для растворенных форм загрязняющих веществ, а санитарно-гигиенические – для валового содержания. Это обстоятельство очень часто упускают из виду при проведении химико-аналитических исследований сточных вод, что повсеместно порождает серьезные ошибки в их интерпретации.

Дополнительная информация, касающаяся содержания металлов в ливневых стоках с дорог и указывающая на их относительное содержание в растворенной форме, приведена в табл. 3. Представленные результаты полезны, в частности, тем, что позволяют судить, какие из металлов в большей степени способны осаждаться на взвешях, например, при очистке стоков путем отстаивания.

Как видно, зарубежные исследователи уделяют большое внимание не только взвешенным веществам и нефтепродук-

Вещество	Концентрации (медианные значения), мг/л		Относительное содержание в растворенной форме, %
	Валовые	В растворенной форме	
Алюминий	1,9	0,019	10
Мышьяк	0,0014	0,001	71
Кадмий	0,00069	0,00025	36
Хром	0,0067	0,0021	31
Медь	0,029	0,011	38
Железо	2,3	0,05	2,1
Никель	0,0079	0,0025	31
Свинец	0,031	0,0016	5,1
Цинк	0,15	0,045	30
ХПК	100	—	—
Взвешенные вещества	76	—	—
Нефтепродукты	6	—	—

Табл. 3. Концентрация металлов, мышьяка и интегральные показатели загрязнения в ливневых стоках с автомобильных дорог

Источник информации:

M. Kayhanian, J. Johnston, H. Yamaguchi, and S. Borroum. "CALTRANS Storm Water Management Program". Stormwater. Vol. 2, no. 2, pp. 52–67. March/April 2001.

там, но и многим другим поллютантам. Акцент делается не на нефтепродуктах, а на веществах, которые медленней деградируют в биосистемах. Этот интерес нельзя назвать случайным, и опыт подобных исследований стоит внедрять в нашей стране.

Если говорить о платежах за сброс загрязняющих веществ в водные объекты, то основными поллютантами, определяющими эти платежи, являются нефтепродукты и взвешенные вещества. Учитывая это, результаты экспериментальных исследований, представленные выше, имеют несомненную важность, особенно если учесть, что на КАД (исключая участок на дамбе) установлено около 250 очистных сооружений, на строительство которых израсходовано около миллиарда рублей. Не является ли это примером того, когда применение устаревших, весьма приближенных расчетных методик, да и всей системы защиты водных объектов, приводит к неоправданному расходованию значительных средств?

Если продолжить экономические оценки в связи с загрязнением стоков на примере наземного участка КАД, то результаты их лишь еще раз подчеркнут отсутствие логики и целесообразности в нормативных документах, обязывающих производить тотальную очистку сточных вод с автомобильных дорог. Это наглядно демонстрируют оценки платежей за негативное воздействие на водные объекты, которые представлены в табл. 4, и которые определены с учетом повышающего пятикратного коэффициента за отсутствие утвержденных в установленном порядке лимитов на сброс загрязняющих веществ.

Использование устаревших методик по определению концентраций загрязняющих веществ в ливневых стоках, как видим, приводит к трехкратному увеличению платежей. Однако какие бы уровни загрязнения стоков ни использовались в расчетах – по устаревшим методикам или современным экспериментальным оценкам – все равно стоимость строительства очистных сооружений (без учета эксплуатационных расходов) на два порядка превышает платежи за негативное воздействие сбросов, взимаемые при отсутствии очистных сооружений (см. табл. 4).

Платежи* за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф (общий объем годового стока 1,24 млн м <sup>3</sup> )		Стоимость строительства очистных сооружений поверхностного стока (без расходов на эксплуатацию)
с учетом концентраций по действующим методикам	с учетом реальных уровней загрязнения	
8,3 млн руб. в год	2,7 млн руб. в год	800–900 млн руб.

**Табл. 4. Ориентировочная стоимость строительства очистных сооружений на КАД в сопоставлении с платежами за сброс загрязняющих веществ с ливневыми и тальными стоками в водные объекты и на рельеф местности**

*Примечание: \* – рассчитаны с учетом пятикратного увеличения платы при отсутствии утвержденных лимитов на сбросы.*

При отсутствии очистных сооружений, как видно из табл. 4, платежи за сбросы загрязняющих веществ будут на два порядка ниже стоимости установленных очистных сооружений. Уточнение концентраций загрязняющих веществ, попадающих с проезжей части в окружающую среду, дает снижение платежей в три раза.

При наличии исправно работающих очистных сооружений платежи за сбросы, как показывают оценки, составят около 0,08 млн рублей за год, в то время как расходы по их обслуживанию оцениваются величиной на два порядка больше. Все это говорит об экономической бессмысленности повсеместной установки очистных сооружений.

Представленные выше оценки свидетельствуют, что существующие в настоящее время правовые, экономические и нормативно-технические основы регулирования очистки ливневых стоков с автомобильных дорог во многом носят абсурдный характер, не позволяют эффективно добиваться целевых установок в части подлинной, а не мнимой охраны окружающей среды, приводят к расточительному и неоправданно-

му расходованию средств в дорожном строительстве. В этих условиях дорожная отрасль должна настойчиво добиваться у многочисленных ведомств, уполномоченных регулировать природоохранные вопросы, скорейшего пересмотра правовых и нормативных положений в части защиты водных объектов при строительстве автомобильных дорог. Пересмотр этот должен быть направлен в сторону отказа от повсеместной тотальной установки очистных сооружений на дорогах. Использовать их надлежит только в тех местах, где они действительно полезны и эффективно выполняют свою работу: на сложных развязках, на пунктах взимания платы, на площадках отдыха, площадках складирования снега, на особо ценных охраняемых территориях. Так, например, принято в странах Западной Европы и Америки, обеспокоенных не на словах, а на деле как охраной водной среды, так и экономической целесообразностью принимаемых решений.

**В.Н. Пшенин,**  
заместитель главного инженера  
**М.С. Бутянов,**  
ведущий инженер – эколог  
ЗАО «ЭКОТРАНС – ДОРСЕРВИС»

