

УДК 504.062.2:556.18

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

д-р техн. наук, проф. А.Н. КОЛОБАЕВ

(Белорусский национальный технический университет, Минск),

О.К. НОВИКОВА

(Белорусский государственный университет транспорта, Гомель)

Поверхностный сток с территории промышленных предприятий является одним из существенных источников загрязнения водных объектов. Его качественная характеристика необходима как для проектирования локальных и общегородских очистных сооружений, так и для планирования водоохраных мероприятий, контроля за использованием и охраной вод. На концентрации загрязняющих веществ в ливневых водах существенное влияние оказывают технологические процессы производства. Концентрации загрязняющих веществ в дождевом стоке с территории водосбора, на которой расположены основные производства, характерные для отрасли машиностроения, примерно в 1,5 раза превышают значения концентраций с остальной территории предприятия.

Введение. В последние годы во всех странах мира все более пристальное внимание уделяется рассредоточенным источникам загрязнения, влияние которых на качество водных объектов сопоставимо, а в отдельных случаях превышает нагрузку от сосредоточенных сбросов сточных вод производственных и коммунально-бытовых предприятий.

Сток, формирующийся на территории населенных пунктов при выпадении атмосферных осадков, является значительным источником загрязнения водоприемников. Особенностью поверхностного стока является эпизодичность появления и большая амплитуда колебаний концентрации примесей, которая изменяется по направлению стока [1, с. 122]. Вынос химических веществ зависит от многих факторов: интенсивности и количества выпадающих осадков; продолжительности сухой погоды; размеров и конфигурации площади водосборного участка; концентрации загрязняющих веществ в осадках; транспортных и пешеходных нагрузок; доли водонепроницаемых покрытий; санитарного состояния водосбора; степени благоустройства территории; технических характеристик дождевой канализации [1, с. 123].

Общее количество загрязнений, выносимых поверхностным стоком с территории, зависит от качества и объема стекающей воды за время выпадения дождя или в течение года. Если годовой объем стока для определенной местности более или менее постоянный, то количество осадков, выпадающих за дождь, может различаться в очень широких пределах. Следовательно, и количество смываемых во время дождя загрязнений с единицы площади существенно изменяется от дождя к дождю. Согласно исследованиям, проведенным в Ленинграде (1969 – 1974 гг.), максимальное количество выноса взвешенных веществ за время выпадения дождя с 1 га водосбора составляет 300,9 кг, а минимальное – 9,2 кг [2, с. 30].

Количество примесей, выносимых с поверхностным стоком с территории водосбора, так же как и их концентрации, зависят от интенсивности, продолжительности и частоты выпадения осадков. Ежедневно на поверхности водосборов накапливается некоторое количество загрязнений. Чем больше продолжительность сухого периода между дождями, тем большее количество загрязняющих веществ будет смыто дождевым стоком [2, с. 30]. По данным исследований, проведенных в Минске [3], за сутки сухой погоды на 1 га водосбора накапливается и смывается загрязнений по взвешенным веществам в среднем 3,5...4 кг в зависимости от величины осадков.

Поверхностный сток с площадок промышленных предприятий имеет, как правило, более сложный состав, чем с территории города [2]. Загрязнение территории, а следовательно и поверхностного стока площадок промышленных предприятий, зависит от многих факторов: культуры производства; характера технологических процессов; применяемого оборудования; организации управления выбросов в атмосферу; энергосберегающих мероприятий; системы пылеулавливания; организации складского хозяйства и т.д. Во многих случаях именно эти факторы определяют состав и концентрации примесей в стоке. Можно установить некоторую общность в составе поверхностного стока с территориями предприятий какой-либо отрасли, но на каждом из них сток будет иметь свои характерные особенности.

Основная часть. Типичным представителем предприятий сельскохозяйственного машиностроения является ПО «Гомсельмаш» – один из крупнейших производителей сельскохозяйственной техники в Европе. Он входит в состав основных машиностроительных предприятий Министерства промышленности Беларуси, которые определяют промышленный потенциал республики.

В формировании качества дождевых и талых вод с территории предприятий данной отрасли можно выделить следующие особенности:

- значительные колебания концентраций загрязняющих веществ как в течение дождя или периода снеготаяния, так и по сезонам года;
- повышенное содержание нефтепродуктов и аммонийного азота;
- существенное снижение концентраций загрязняющих веществ после локальной очистки дождевых и талых вод.

На формирование качества дождевых и талых вод с территории предприятий ПО «Гомсельмаш» оказывают влияние следующие факторы:

1) большое разнообразие выпускаемой продукции. Так, например, предприятия ПО «Гомсельмаш» производят: самоходные кормоуборочные комбайны КСК-100; универсальные энергосредства УЭС-250 и его модификации; зерноуборочные комбайны КЗС-7; прицепные, полунавесные и навесные комбайны, агрегируемые как с тракторами «МТЗ», так и с УЭС-250; косилки; свеклоуборочные и картофелеуборочные комбайны, адаптеры и др. Кроме того, предприятиями ПО «Гомсельмаш» освоено более 100 наименований товаров народного потребления (прицепы к легковым автомобилям, навесные замки и пр.);

2) наличие разнородных производств: окрасочное, сварочное, литейное производство, горячая высадка и штамповка металла и др.

3) хранение готовой продукции на специально оборудованных забетонированных, но открытых складах предприятия.

Наиболее характерными загрязнителями дождевого и талого стока с территории предприятий сельскохозяйственного машиностроения являются: взвешенные вещества, БПК₅, нефтепродукты, азот аммонийный, фосфаты, железо общее, цинк, никель.

По результатам анализов дождевого стока, проведенных лабораторией одного из заводов ПО «Гомсельмаш» за период с 2000 по 2005 годы, можно выделить определенные закономерности в концентрациях загрязняющих веществ.

В таблице 1 представлены данные по качественному составу поверхностного стока с 2-х промышленных площадок после локальных очистных сооружений, причем на первой из них расположены цеха основного производства.

Таблица 1

Экстремальные и средние концентрации загрязняющих веществ в дождевых и талых водах, мг/дм³

Показатель	Промплощадка 1	Промплощадка 2
Нефтепродукты	0...2,25 (0,635)	0...4,75 (0,61)
Азот аммонийный	0,15...5,9 (1,06)	0,125...2,8 (0,93)
Железо общее	0,25...9,35 (1,76)	0,145...9,35(1,47)
Цинк	0,0125...4,5 (0,37)	0,005...0,675 (0,164)
Никель	0...0,058 (0,021)	0...0,05 (0,018)

Примечание. В скобках даны средние значения.

Такие показатели, как взвешенные вещества, БПК₅ и фосфаты, лабораторией предприятия не определяются. Их концентрации определяют контролирующие органы, по данным которых значения средних концентраций взвешенных веществ достигают 4,5 мг/дм³, БПК₅ – 4,2 мг/дм³, фосфатов – 0,27 мг/дм³.

Пробы, отобранные с промплощадки 1, где основное производство включает сварку, литейное производство, гальваническое производство и окраску основных изделий, имеют большие концентрации, чем с промплощадки 2 с открытым складированием готовой продукции, окрасочным и сварочными производствами отдельных видов производимой продукции (см. табл. 1). Можно сделать вывод о значительном влиянии технологических процессов предприятия на загрязненность поверхностного стока.

Для количественной оценки загрязненности поверхностного стока, необходимой для инженерных расчетов, данных лаборатории завода недостаточно, и в связи с этим запланированы специальные лабораторные исследования в 4 этапа (2 – в летний период и 2 – в весенний).

Рассмотрим завершённый первый этап – проведение исследования дождевого стока в летний период 2006 года. Отбору проб предшествовало 5 суток сухой погоды. Пробы отобраны в начале (как только сформировался сток) и в конце дождя с ливневых колодцев перед и после очистных сооружений на двух промплощадках. Для оценки факторов формирования повышенных концентраций по первой

промплощадке в сравнении со второй произведен дополнительный отбор проб с ливневых колодцев после 2-х крупных корпусов (литья и нормалей), которые расположены на промплощадке 1.

В результате анализа полученных результатов установлено, что наибольшие значения концентрации исследуемых показателей отмечаются в пробах, отобранных с ливневого колодца после корпуса нормалей, где основными источниками загрязнения поверхностного стока являются гальваническое производство, горячая высадка и штамповка металла. Именно эти производства и оказывают наибольшее влияние на концентрацию загрязняющих веществ в стоке, поступающем на очистные сооружения промплощадки 1. В целом по всем показателям заметно снижение концентраций к концу дождя.

Во время проводимого исследования очистные сооружения двух промплощадок по организационным причинам не работали, что позволило установить верхний предел значений концентраций загрязняющих веществ, поступающих с дождевым стоком в городской ливневый коллектор (табл. 2).

Таблица 2

Верхний предел значений концентраций загрязняющих веществ, поступающих с дождевым стоком в городской ливневый коллектор

Показатели	Интервал концентраций, мг/дм ³
Взвешенные вещества	10...29
Нефтепродукты	0,25...0,5
Азот аммонийный	2,375...4,75
Железо	0,65...8,1
Цинк	0,0875...1,25

Для более наглядного представления полученных результатов о концентрациях загрязняющих веществ в начале и конце дождя были построены графики каждого показателя в динамике (рис. 1 – 3).

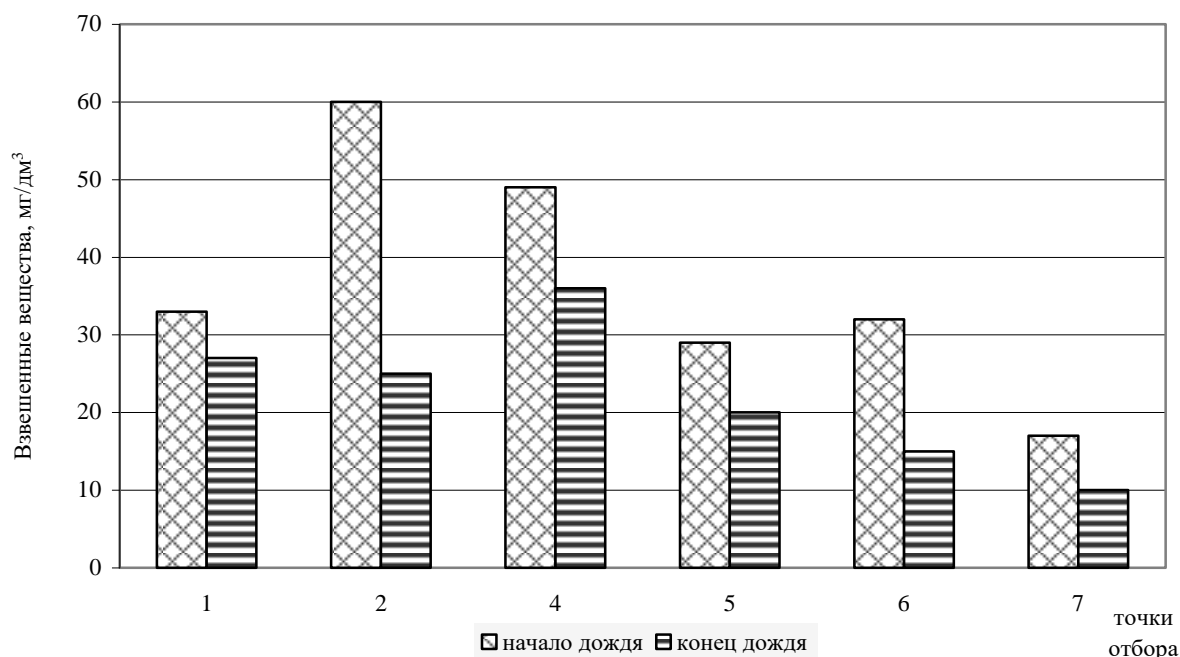


Рис. 1. Динамика изменения концентрации взвешенных веществ в дождевом стоке по ходу дождя:
 1 – выпуск от корпуса 1 (к. литья на промплощадке 1); 2 – выпуск от корпуса 2 (к. нормалей на промплощадке 1);
 4 – вход в очистные ЛК-1 (промплощадка 1); 5 – выход с очистных ЛК-1 (кол. 365) (промплощадка 1);
 6 – вход в очистные ЛК-2 (промплощадка 2); 7 – выход с очистных ЛК-1 (кол. 404) (промплощадка 2)

Из рисунка 1 видно, что во всех точках отбора концентрация взвешенных веществ снизилась к концу дождя. Несмотря на то, что очистные сооружения не работали, хорошо прослеживается тенденция снижения

концентраций после очистных сооружений как на одной, так и на второй промплощадке в начале и конце дождя. Кроме того замечен эффект регулирующих емкостей неработающих очистных сооружений.

Наибольшие концентрации нефтепродуктов по результатам проведенных анализов получены в пробах, отобранных с колодцев ливневой канализации в начале дождя после корпуса нормалей (2,5 мг/дм³) и корпуса литья (1,5 мг/дм³) (рис. 2). Эти повышенные значения можно объяснить интенсивным движением транспорта на территории водосбора данных корпусов. Аналогично, как и по взвешенным веществам, после очистных сооружений произошло снижение концентраций нефтепродуктов, причем их значения не превышают ПДК (0,3 мг/дм³).

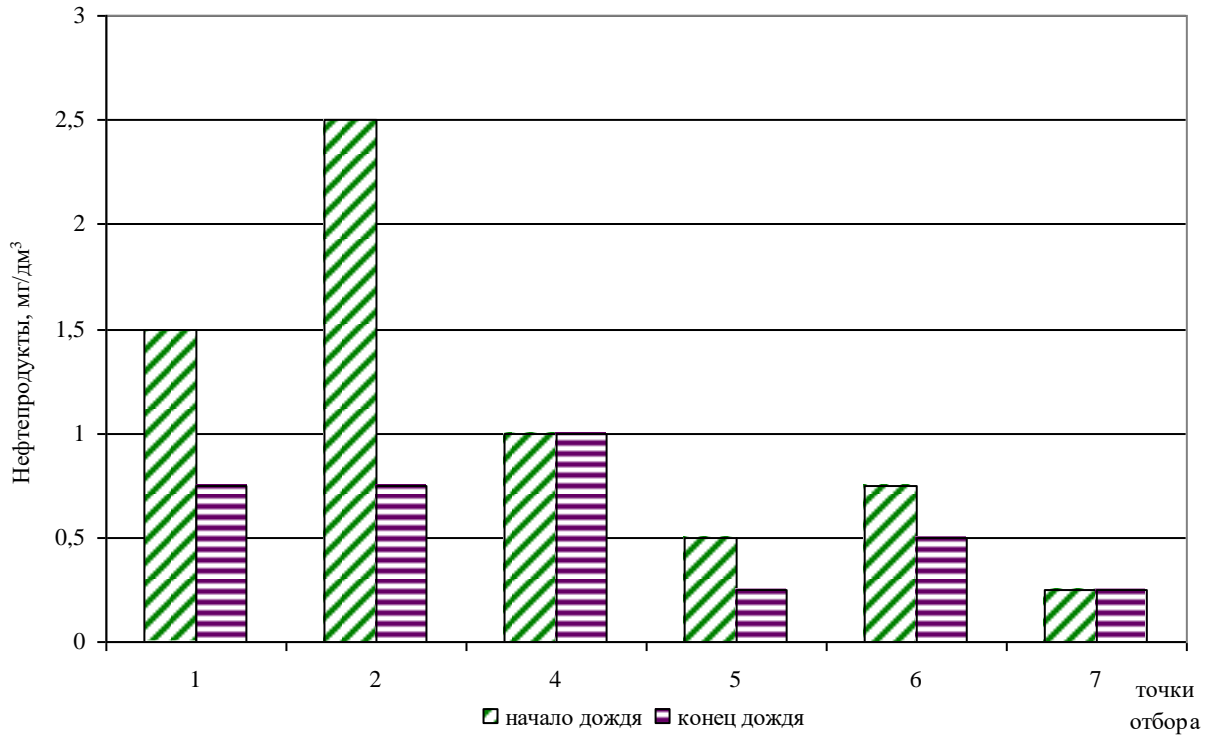


Рис. 2. Динамика изменения концентрации нефтепродуктов в дождевом стоке по ходу дождя

На рисунке 3 представлена динамика изменения концентрации железа общего в дождевом стоке по ходу дождя.

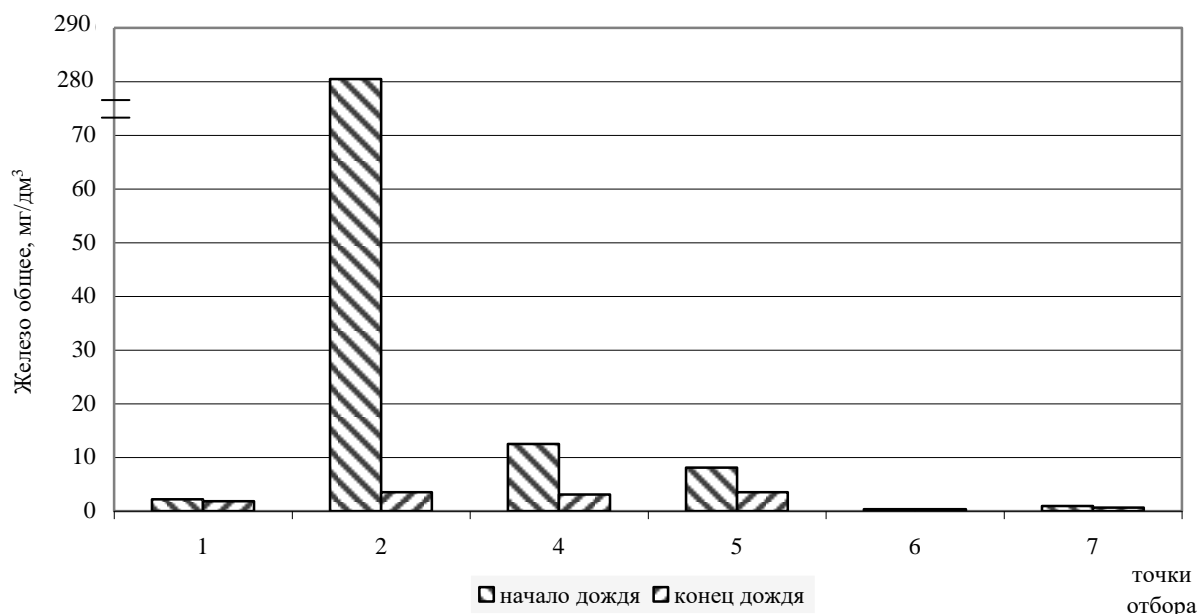


Рис. 3. Динамика изменения концентрации железа общего в дождевом стоке по ходу дождя

Из рисунка 3 видно, что концентрация железа в начале дождя в пробе, отобранной с ливневого колодца после корпуса нормалей, имеет значение, составляющее 280 мг/дм³, в сотни раз превышающее другие. Это объясняется тем, что за сухой период (5 суток) на территории водосбора данного колодца (корпус нормалей и окружающая его территория) скопилось большое количества железа. Во всех остальных точках отбора проб концентрации не такие большие (12,5...0,35 мг/дм³), но все же превышают ПДК (0,33 мг/дм³).

Диапазоны концентраций загрязняющих веществ в дождевом стоке с территории предприятия до очистных сооружений (табл. 3) свидетельствуют о значительном снижении загрязненности поверхностного стока к концу дождя.

Таблица 3

Концентрации загрязняющих веществ в дождевых стоках (по данным проведенных анализов), мг/дм³

Показатель	Начало дождя	Конец дождя
Взвешенные вещества	32...60	15...36
Нефтепродукты	0,75...2,5	0,5...1
Железо	0,40...280,5	0,35...3,5
Азот аммонийный	1,63...125	1,67...27
Фосфаты	0,1...0,3	0,04...0,116
Цинк	0,06...1,9	0,05...0,125

Интервалы концентраций рассматриваемых показателей перекрывают друг друга, а в некоторых случаях (азот аммонийный, железо, цинк) интервал в конце дождя входит в интервал концентраций в начале дождя (см. табл. 3). Существуют и другие особенности: концентрации загрязняющих веществ, равные верхним границам интервалов в начале дождя; близкие к ним значения концентраций соответствуют гальваническому производству, а также производствам, связанным с горячей высадкой и штамповкой металла. Нижние границы рассматриваемых интервалов и близкие к ним значения концентраций характерны для производств холодной высадки и различных видов мехобработки, а также сварочного и окрасочного производств, открытого складирования готовой продукции.

Проведенные лабораторные исследования охватывают лишь короткий промежуток времени летнего периода. Сопоставление результатов этих исследований с данными других авторов, полученными в разные годы, весьма условно.

Однако приведенные в таблице 4 сопоставительные данные свидетельствуют о том, что полученные нами результаты ближе всего к результатам анализов дождевого стока с территории аэропорта Шереметьево (г. Москва) [4]. По некоторым показателям имеются отличия (в сторону увеличения), особенно в поверхностном стоке с территории гальванического, окрасочного, сварочного производства, горячей высадки и штамповки металла (т.е. производств, характерных для отрасли машиностроения).

Таблица 4

Концентрации загрязняющих веществ, в поверхностном стоке, мг/дм³

Показатель	С территории одного из Заводов ПО «Гомсельмаш»	С территории аэропорта Шереметьево (г. Москва) [4]	С территории мебельной фабрики (г. Москва) [4]	С территории Новосибирского оловозавода [5]	С городской территории промышленного центра (г. Борисов) [6]
Взвешенные вещества	15...60	1...129(24,5)	1...18(9,5)	90...141	180
Нефтепродукты	0,5...2,5	0,6...9,75(3,75)	0,4...50(9,52)	0,4...11,0	6,5
Азот аммонийный	1,63...125	4,5...66(14,3)	0,24...6,58 (2,05)	–	3,04
Фосфаты	0,04...0,3				

Примечание. В скобках даны средние значения.

На основании вышеизложенного анализа результатов исследования дождевого стока с двух площадок одного из заводов РУП ПО «Гомсельмаш» можно сделать следующие **выводы**:

1. На концентрации загрязняющих веществ в ливневых водах существенное влияние оказывают технологические процессы производства.

2. Концентрации загрязняющих веществ в дождевом стоке с территории водосбора, на которой расположены основные производства, характерные для отрасли машиностроения, примерно в 1,5 раза превышают значения концентраций с остальной территории предприятия.

3. По ходу дождя концентрация загрязняющих веществ снижается: в 1,2...2,4 раза по взвешенным веществам; по нефтепродуктам – в 2...3 раза; азот аммонийный – в 1,2...20,8 раза; железо общее – в 1,2...80 раз; цинк – в 1,4...15,2 раза, в зависимости от территории водосбора.

4. Для установления обоснованных удельных показателей выноса загрязняющих веществ с территории предприятий сельскохозяйственного машиностроения требуются дальнейшие лабораторные исследования и совместный анализ их результатов с данными стационарных наблюдений и результатами исследований других авторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ландшафтные воды в условиях техногенеза: монография / О.В. Кадацкая [и др.]. – Минск: Белорус. наука, 2005. – 347 с.
2. Молоков, М.В. Очистка поверхностного стока с территории городов и промышленных площадок / М.В. Молоков, В.Н. Шифрин. – М.: Стройиздат, 1977.
3. Правошинский, Н.А. О мерах охраны водоемов в городской черте от загрязнения стоком дождевых, талых и поливомоечных вод / Н.А. Правошинский, В.М. Смольянинов, Т.Д. Гречухина // Проблемы использования водных ресурсов. – Минск: Наука и техника.
4. Шевцов, В.Н. Биологическая очистка поверхностного стока / В.Н. Шевцов, К.М. Морозова, М.Ю. Семенов // ВСТ. – 2005. – № 7. – С. 36 – 40.
5. Порядина, Г.В. Загрязненность поверхностного стока с площадки промышленного предприятия / Г.В. Порядина, Б.П. Коган, М.В. Молоков // Городская канализация: науч. тр. АКХ. – М.: ОНТИ АКХ, 1973. – Сб. № 8. Вып. 96. – С. 18 – 23.
6. Воронин, А.Г. Организация отведения и очистки поверхностного стока промышленных центров (на примере г. Борисова) / А.Г. Воронин, А.Л. Хмыль // Водные ресурсы: Информ. матер. / ЦНИИКИВР. – Минск, 2001. – № 9. – С. 42 – 52.

Поступила 06.02.2007