

УДК 504.064

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКЕ ЗАПАДНАЯ ДВИНА

О.Н. СИЛЬВАНОВИЧ*(Представлено: канд. техн. наук, доц. Д.П. КОМАРОВСКИЙ)*

Анализируется динамика изменения расхода и основных физико-химических показателей воды в реке Западная Двина за многолетний период в районе Полоцкого промышленного комплекса (Беларусь). Выявлены периоды года, когда физико-химические показатели воды реки принимают наименьшее и наибольшее значения.

Полоцкий промышленный узел является одним из крупных промышленных комплексов Республики Беларусь. В состав промышленного комплекса входят следующие предприятия: нефтеперерабатывающий завод «Нафтан», нефтехимический завод «Полимир», Новополоцкая ТЭЦ, завод «Стекловолокно» и другие. Водосточником систем промышленного водоснабжения указанных предприятий является река Западная Двина. Практически на всех предприятиях используются сооружения по осветлению и обесцвечиванию воды реки Западная Двина. Выбор оптимальной технологической схемы водоподготовки и ведения реагентного режима в сооружениях по обработке воды должен основываться на физико-химическом составе воды источника водоснабжения и учитывать динамику его изменения [1; 2]. В связи с этим рассмотрим динамику изменения состава воды реки Западная Двина за период 2004–2013 годов.

Краткая характеристика реки Западная Двина и её бассейна. Западная Двина берёт начало в болотах около небольшого озера Корякино, Пеновского района Тверской области на Валдайской возвышенности, впадает в Рижский залив у города Риги. Протекает по Пермской и Смоленской областям России, Республике Беларусь и Латвийской Республике. Длина реки Западная Двина – 1020 км: 325 км приходится на Российскую Федерацию, 328 км – на Беларусь и 367 км – на Латвию. Площадь водосборного бассейна Западной Двины составляет 87,9 тыс. км², в пределах России – 18,5 тыс. км², Беларуси – 33,1 тыс. км², Латвии – 24,7 тыс. км² и Эстонии – 11,5 тыс. км² [3].

Озёрность водосбора реки Западная Двина порядка 2 %. Моховые или травяные болота, заболоченные земли и заболоченные леса занимают 20 % площади водосбора. Большинство болот расположено в верхней его части. Значительная часть водосбора (около 2500 км²) осушена.

Водный режим реки оказывает непосредственное влияние на качественный и количественный состав воды в реке [4], поэтому его изучение является необходимым для понимания условий формирования физико-химического состава воды в реке.

Западная Двина принадлежит к типу равнинных рек с преобладанием снегового питания, большая часть годового стока (в среднем 50 %) приходится на период весеннего половодья. Грунтовый сток составляет 30 %, а сток дождевых паводков – около 20 % годового стока.

В годовом цикле водного режима реки Западная Двина выделяют несколько характерных периодов, называемых фазами водного режима. К ним относятся:

- весеннее половодье;
- летне-осенняя межень;
- зимняя межень.

Изменение расхода воды в реке Западная Двина за 2004–2013 годы приведено на рисунке 1. Значения расходов в реке Западная Двина взяты на гидрологической станции г. Полоцка (код поста 73122).

Средние сроки начала развития половодья приходятся на конец марта, ранние даты начала половодья отмечены в конце февраля. Максимумы весеннего половодья формируются во второй декаде апреля. Высота весеннего половодья в среднем 8...9 м, а в годы с высоким половодьем уровень может повышаться на 12...13 м над наименьшим.

Летом и осенью река Западная Двина имеет смешанное дождевое и грунтовое питание. Летне-осенняя межень (~30 % от общего стока) обычно наступает в июне и заканчивается в третьей декаде ноября. Почти ежегодно летне-осенняя межень прерывается дождевыми паводками высотой 2...3 м (см. рис. 1). В особо дождливые годы количество их достигает 4...5 за сезон, а высота – до 7 м. Осенние дождевые паводки, наблюдающиеся обычно в октябре–ноябре, в среднем на 0,5 м выше летних; при продолжительных дождях они отличаются плавным длительным подъёмом уровня вплоть до установления ледостава. Наибольшей высотой и продолжительностью отличаются паводки, проходящие в конце лета и осенью.

В целом же по высоте паводки уступают весеннему половодью, хотя изредка достигают высоты среднего весеннего максимума. Продолжительность паводков разнообразна и, в зависимости от характера дождей, колеблется от 4...6 до 30...40 дней. В летне-осенний период поймы затопляются очень редко.

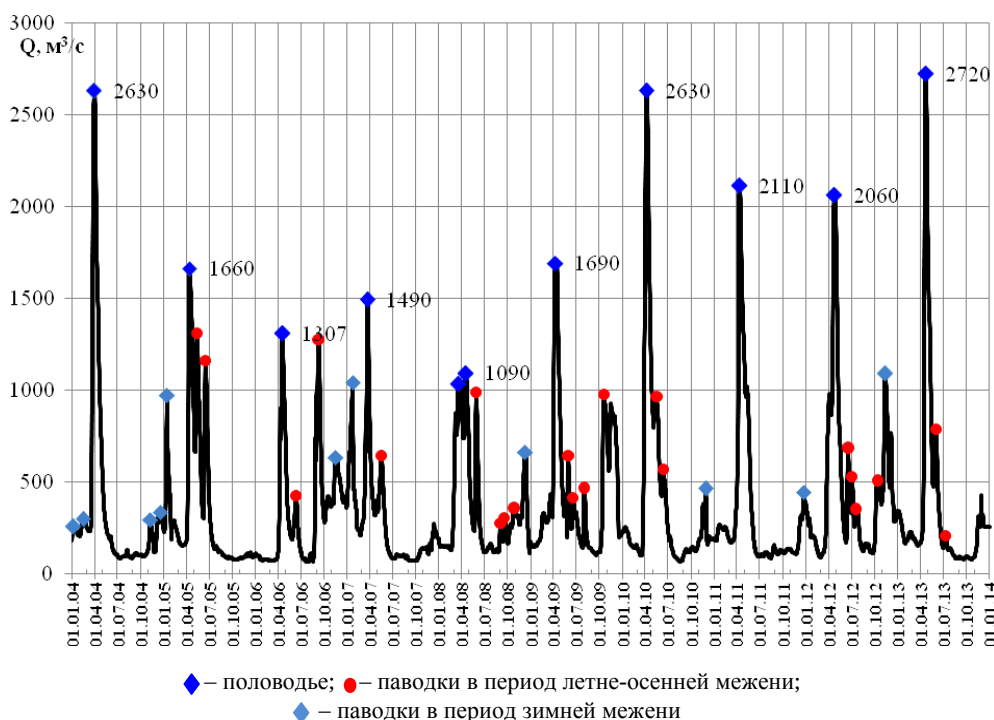


Рис. 1. Динамика изменения расхода воды в реке Западная Двина за 2004–2013 годы

Снежный покров появляется в среднем в первой декаде ноября. Средние даты схода снежного покрова приходятся на начало апреля. Высота снежного покрова обычно составляет около 30 см.

Зимняя межень проходит с декабря до середины марта, при этом наблюдается минимальный сток реки, питание осуществляется в основном за счет подземных (грунтовых) вод. Однако 3...4 раза за зиму могут быть небольшие паводки, вызванные оттепелями (см. рис. 1).

Динамика изменения показателей качества воды в реке Западная Двина за период 2004–2013 годов

К основным показателям качества воды в реке Западная Двина относятся следующие:

- 1) физические показатели: взвешенные вещества и цветность;
- 2) химические показатели: активная концентрация водородных ионов (величина pH), перманганатная окисляемость (далее по тексту – окисляемость), щёлочность и железо.

Материалом для изучения колебаний концентраций загрязнений послужили данные ежедневных лабораторных анализов сырой речной воды, поступающей на фильтровальную станцию завода «Полимир».

Взвешенные вещества (ВВ). По степени мутности река Западная Двина относится к рекам малой мутности (до 50 мг/дм³ взвешенных веществ).

На рисунке 2 представлен график внутригодового изменения среднемесячных концентраций взвешенных веществ, обобщенных за период с 2012 по 2013 год.

Наибольшие концентрации ВВ приходятся на период половодья, что объясняется поступлением наносов с тальми водами с бассейна реки Западная Двина и эрозией донных отложений потоком воды в реке.

Уменьшение расхода воды в реке в период летне-осенней межени приводит к снижению концентрации ВВ. Паводки в этот период, вызванные дождями, приносят в русло реки Западной Двины продукты водной эрозии.

В ноябре и декабре концентрация ВВ остается на уровне осенней межени и поддерживается за счет поступления в реку наносов с паводками, вызванными оттепелями приводящие к таянию льда и снега на территории бассейна реки Западная Двина. В январе и феврале концентрация ВВ наименьшая, что вызвано уменьшением расхода воды в реке и питанием, в основном, за счёт грунтовых вод.

Окисляемость и цветность. Оба показателя характеризуют содержание органического вещества в воде, также на цветность и окисляемость оказывают влияние некоторые неорганические соединения, такие как соединения железа, сероводород, нитриты, аммиак [4].

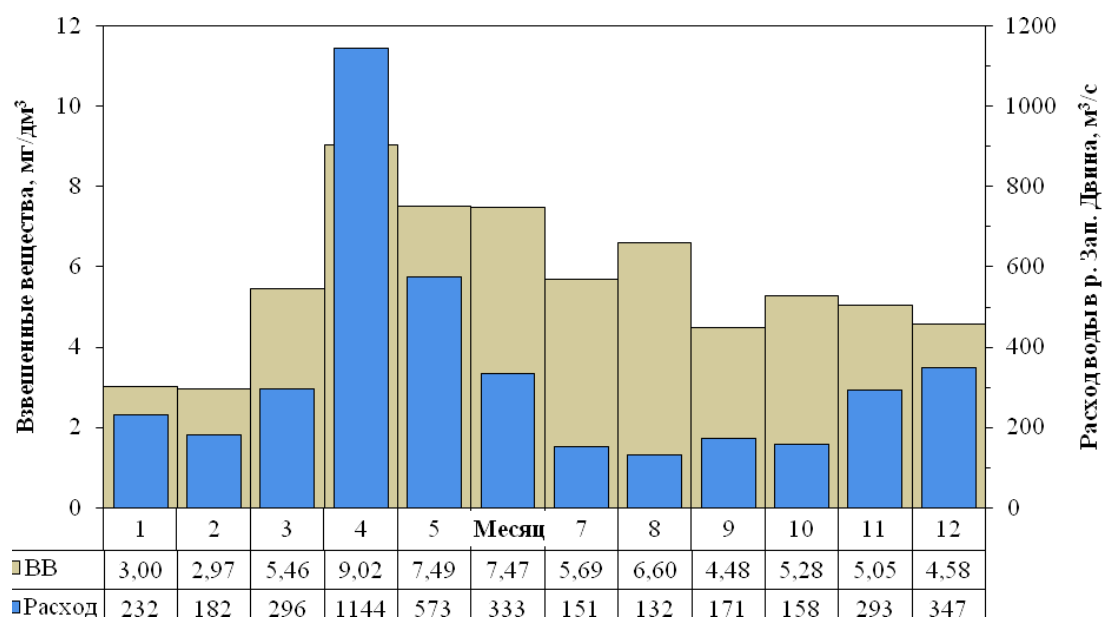


Рис. 2. Динамика изменения концентраций взвешенных веществ в реке Западная Двина за 2004–2013 годы

Динамика изменения среднемесячных концентраций окисляемости и цветности в сырой воде реки Западная Двина за период с 2004 по 2013 год показана на рисунке 3.

В период весеннего половодья, когда расходы воды в реке Западная Двина наибольшие за год, окисляемость находится в пределах 25...30 мгО₂/дм³, а цветность – 150...200 градусов.

После окончания половодья, в период летне-осенней межени, окисляемость и цветность снижаются и если отсутствуют дождевые паводки, то окисляемость и цветность принимают минимальные годовые значения – 4...6 мгО₂/дм³ и 50...70 градусов соответственно.

Летние и осенние дождевые паводки приводят к резкому увеличению, как окисляемости, так и цветности. В периоды этих паводков окисляемость и цветность принимают максимальные годовые значения – 40...50 мгО₂/дм³ и 200...250 градусов соответственно.

Следует отметить, что в период летне-осенних дождевых паводков расход воды в реке Западная Двина был значительно меньше, чем в период весеннего половодья.

В зимнюю межень на значения окисляемости и цветности оказывают влияние зимние паводки, вызванные дождевыми осадками или таянием снега, которые чаще наблюдаются с ноября по конец января. В период этих паводков окисляемость и цветность принимают максимальные значения для зимней межени – 25...30 мгО₂/дм³ и 130...150 градусов соответственно.

Минимальные значения окисляемости и цветности наблюдаются в конце марта начале апреля, перед началом весеннего половодья, и составляют 11...14 мгО₂/дм³ и 75...100 градусов соответственно.

Минимальные значения окисляемости и цветности, наблюдаемые в зимнюю и летне-осеннюю межень, совпадают с минимальным расходом воды.

Щёлочность общая. Щёлочность в природных водах оказывает существенное влияние на многие процессы водоподготовки.

Динамика изменения концентрации щёлочности воды в Западной Двине за период с 2004 по 2013 год показана на рисунке 4.

Минимальная концентрация щёлочности за год, до 1 мг-экв/дм³, наблюдается в период половодья, за счет разбавления речной воды талыми водами, поступающими с водосборного бассейна реки Западная Двина.

В летне-осеннюю межень, когда расход воды в реке падает, щёлочность увеличивается до 3...3,5 мг-экв/дм³ и принимает максимальные значения за год. Однако дожди, периодически выпадающие в этот период, снижают щёлочность до 1,5...2 мг-экв/дм³.

В период зимней межени максимальные значения щелочности воды в реке Западная Двина находятся в пределах 2,5...3 мг-экв/дм³. При зимних паводках, которые наблюдаются 2...3 раза за период, щелочность снижается до 1,5 мг-экв/дм³.

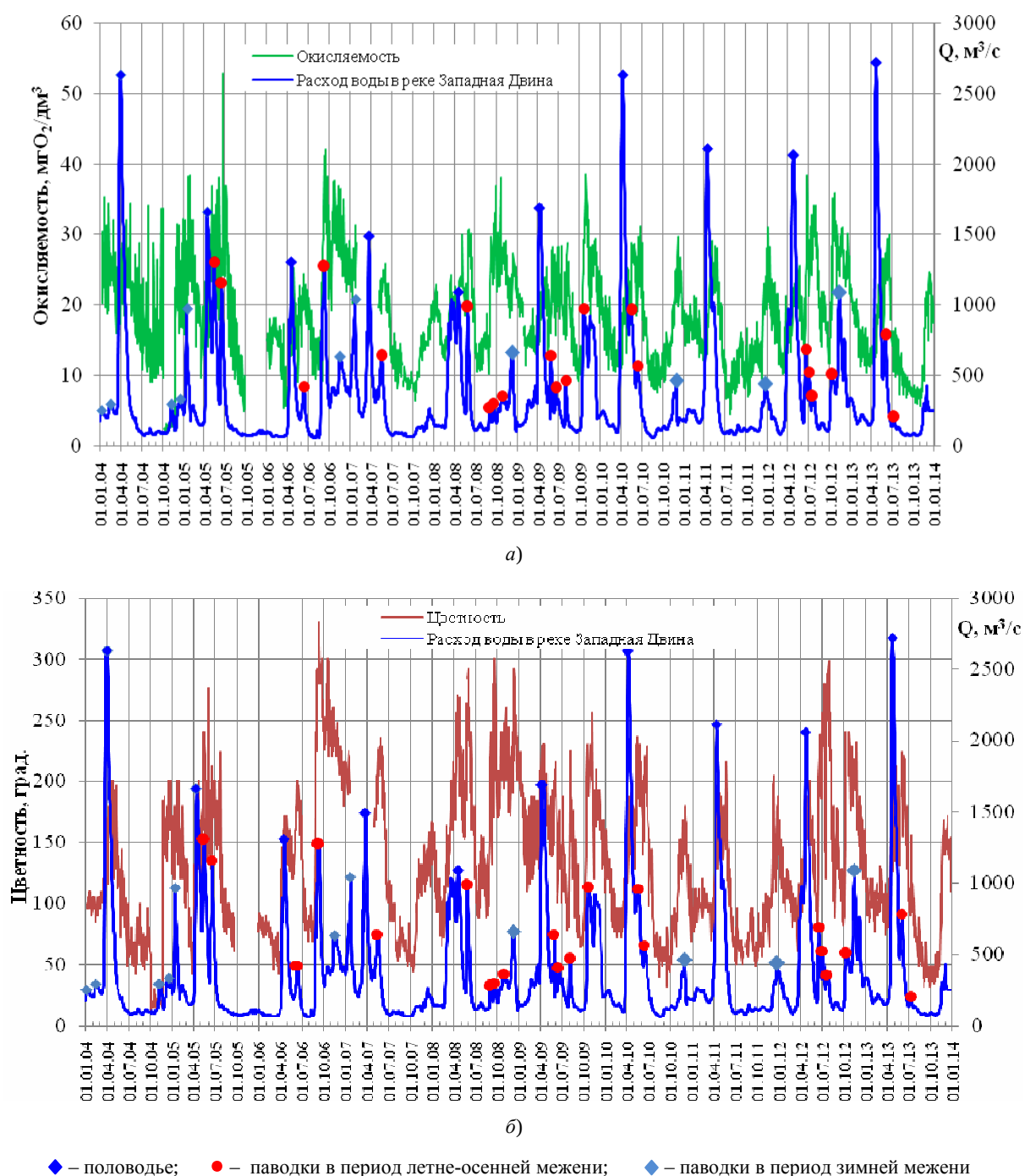


Рис. 3. Динамика изменения концентраций окисляемости (а) и цветности (б) в реке Западная Двина за 2004–2013 годы

Железо общее. В поверхностных водах железо находится в виде органических комплексных соединений или в виде коллоидных и тонкодисперсных взвесей [5]. Главными источниками соединений железа в поверхностных водах являются процессы вымывания почв, сопровождающиеся их механическим разрушением. В связи с этим наибольшие концентрации железа наблюдаются в период летне-осенней межени за счёт выпадения дождей и составляет 2...3,2 мг/дм³. Минимальные значения железа общего наблюдаются с июля по сентябрь в период наименьших расходов в реке и составляют 0,13...0,24 мг/дм³. Динамика изменения концентраций железа общего за период с 2004 по 2013 год показана на рисунке 5.

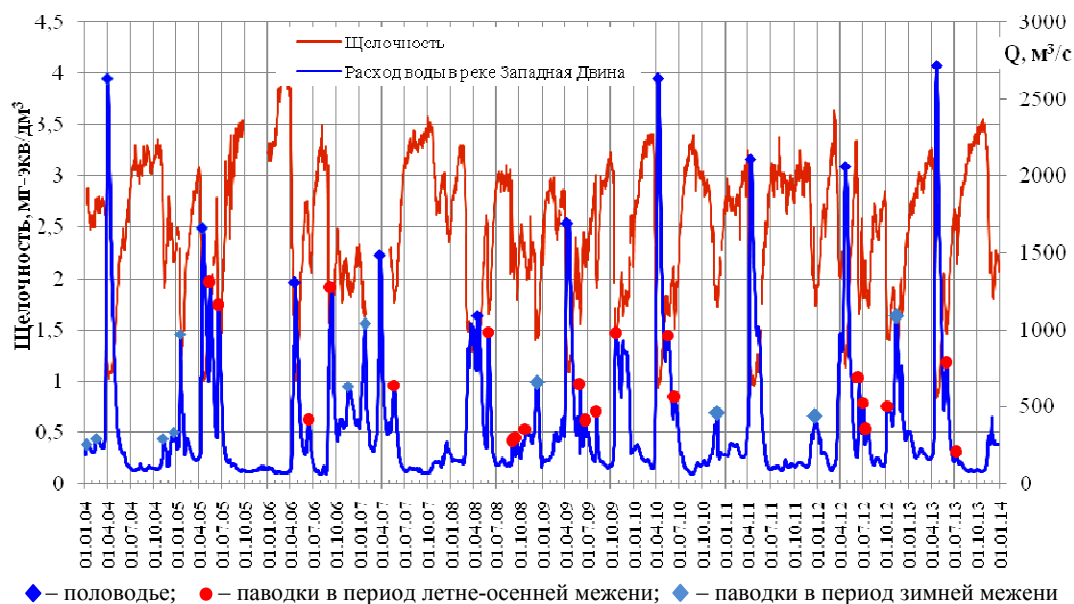


Рис. 4. Динамика изменения концентрации щёлочности в реке Западная Двина за 2004–2013 годы

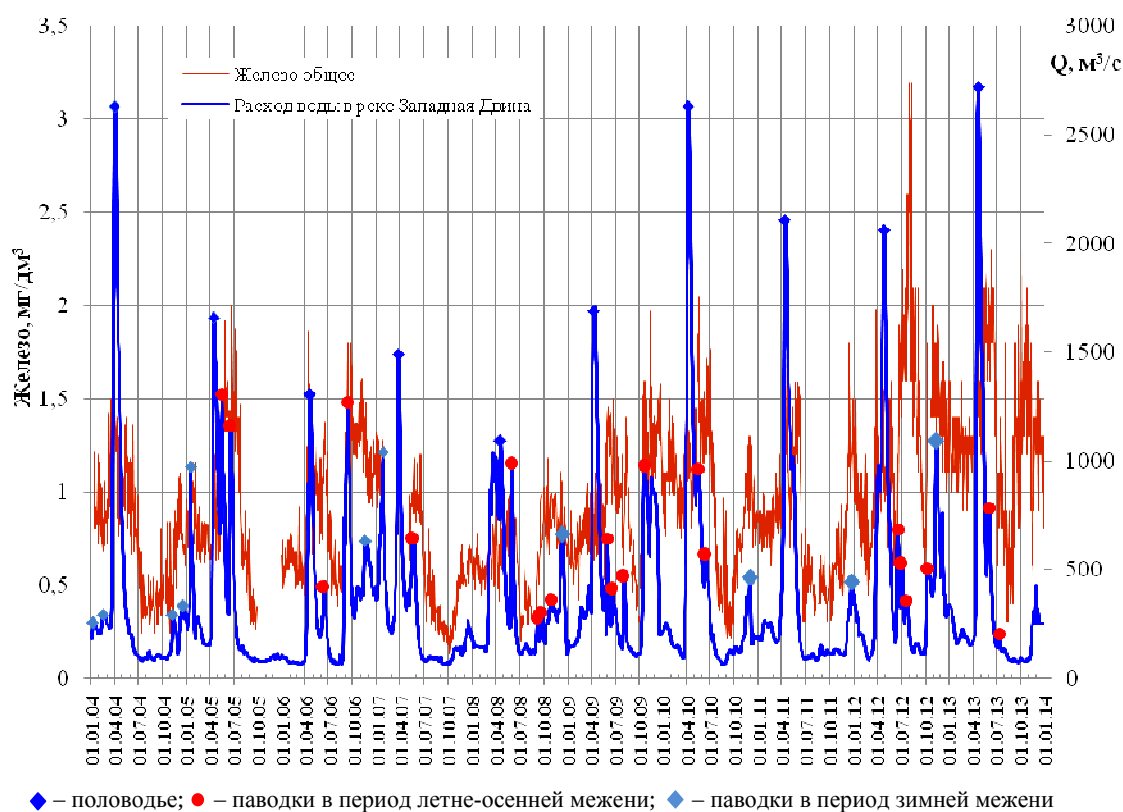


Рис. 5. Динамика изменения концентрации железа общего в реке Западная Двина за 2004–2013 годы

В период зимней межени максимальные значения железа находятся в пределах $0,8...1,2$ мг-экв/дм³. При зимних паводках, которые наблюдаются 2...3 раза за период, концентрации железа повышается до 2 мг-экв/дм³. В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуются сложные комплексы соединений железа [6]. В образовании коллоидов соединений железа важную роль играют органические вещества гумусового типа [6; 7]. Наличие болот и мелких рек, содержащих органические вещества гумусового типа, способствует образованию устойчивых коллоидных соединений железа. Между железом и окисляемостью/цветностью существует высокая корреляционная связь. Коэффициент корреляции пары «железо – окисляемость» составляет $0,86$,

а «железо – цветность» равен 0,91. Тесная корреляционная связь говорит о том, что железо в реке Западная Двина находится в органической форме.

Водородный показатель (рН). Величина рН – один из важнейших показателей качества воды для определения ее стабильности, накипеобразующих и коррозионных свойств, а также имеет немаловажное значение при ведении коагуляционных процессов в водоподготовке. Водородный показатель воды реки Западная Двина находится в пределах от 7,0 до 8,5, что даёт возможность отнести данную воду к группе слабощелочной [8]. Максимальные значения рН принимает с сентября по ноябрь – в период наименьших расходов воды в реке.

Выводы:

- полученные значения изменения концентраций загрязнений свидетельствуют, что река Западная Двина относится к категории маломутных и высокоцветных рек равнинного характера;
- согласно [4] вода в реке Западная Двина относится к речным водам повышенной окисляемости, что характерно для рек, бассейны которых расположены в болотистых местностях;
- в период половодья наблюдается минимальная концентрация щелочности и максимальная концентрация взвешенных веществ за год. Цветность и окисляемость принимают максимальные значения в период летних и осенних дождевых паводков;
- полученные результаты по динамике изменения концентрации основных показателей качества воды в реке Западная Двина в дальнейшем будут использованы для оптимизации реагентной водоподготовки на промышленных предприятиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шиян, Л.Н. Химия воды. Водоподготовка: учеб. пособие для вузов / Л.Н. Шиян. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 72 с.
2. Журба, М.Г., Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: в 3 т. / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – Т. 2: Очистка и кондиционирование природных вод. – 496 с.
3. Гидрологический мониторинг Республики Беларусь / под общ. ред. А.И. Полищука, Г.С. Чекана. – Минск: Кнігазбор, 2009. – 268 с.
4. Алёкин, О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алёкин. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 301 с.
5. Кульский, Л.А. Основы физико-химических методов обработки воды / Л.А. Кульский. – М.: М-во коммунального хозяйства РСФСР, 1962. – 221 с.
6. Никаноров, А.М. Гидрохимия: учебник / А.М. Никаноров. – 2-е изд. перераб. и доп. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.
7. Колоидно-химические свойства соединений железа в природных водах / Л.В. Сериков [и др.] // Изв. Томск. политехн. ун-та. – 2010. – № 3. – С. 28–33.
8. Беликов, С.Е. Водоподготовка: справочник / С.Е. Беликов. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

УДК 625.748.54.001.25

ОПАСНОСТЬ РАСПОЛОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ В ЧЕРТЕ ГОРОДА

В.В. СЕРГЕЛЬ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.Г. КУЛЬБЕЙ)

Автомобильные заправочные станции рассматриваются как объекты повышенной пожаровзрывоопасности. Нахождение АЗС в черте плотной застройки создает повышенную опасность, прежде всего, для прилегающих зданий, сооружений и мест массового пребывания людей. Минимальные расстояния от АЗС до жилых и общественных зданий регламентируются нормативными документами. Сделан вывод о необходимости пересмотреть приведенные в нормативных документах зоны безопасных расстояний.

Развитие автомобильного парка страны требует развития инфраструктуры, в частности – строительства новых автозаправочных станций (АЗС). Обеспечение автомобильным топливом потребителей в настоящее время осуществляется через 862 АЗС, расположенных во всех областях Республики Беларусь: в Минске – 118 АЗС; в Брестской области – 143 АЗС; в Витебской области – 117 АЗС; в Гомельской области – 100 АЗС; в Гродненской области – 136 АЗС; в Минской области – 149 АЗС; в Могилёвской