

УДК 504.453:628.1

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ДЛЯ ПОДПИТКИ СИСТЕМ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Орлов В. А., Волкова Л. А., Литвищенко Л. Л.*

*Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, katarina55@mail.ru*

С целью снижения уровня антропогенной нагрузки на водные объекты, рассмотрена возможность использования дождевых и талых вод в системе оборотного водоснабжения промышленного предприятия. Решение данного вопроса проведено на основе количественной и качественной оценки поверхностного стока, что дает возможность предупредить загрязнение реки Устья, обеспечить экономию количества воды, забираемой из реки Устья, повысить коэффициент использования водных ресурсов.

*Ключевые слова:* антропогенная нагрузка, сток талых и дождевых вод, оборотные системы водоснабжения, поверхностный сток, показатели качества поверхностного стока.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Экологическое состояние поверхностных вод полностью отражает уровень антропогенной нагрузки на территорию водного бассейна. Качество речных вод претерпевает значительные изменения, в сравнении с истоком, по длине реки. Населенные пункты, как и промышленные предприятия, обычно располагаются вдоль речной сети. Реки сегодня являются как источником водоснабжения, так и приемником сточных вод различной степени очистки. Степень загрязнения поверхностных вод зависит от количества и качества сточных вод, которые сбрасываются. Немаловажным источником загрязнения является поверхностный сток, который формируется в пределах водосбора на площадях промышленных предприятий и урбанизированных территорий. Каждый, отдельно взятый бассейн реки, индивидуален и неповторим как по природным условиям формирования стока, так и по уровню антропогенной нагрузки. Поэтому для восстановления природного состояния поверхностных вод, предотвращения их загрязнения, засорения и истощения необходимо постоянно совершенствовать и внедрять комплекс водоохраных мероприятий с учетом экологического состояния, каждого, отдельно взятого водного объекта.

Объектом наших исследований был поверхностный сток, который формируется во время снеготаяния и дождей на территории предприятия по производству цемента и, после предварительной очистки, сбрасывается в речку Устья. Поскольку сброс воды осуществляется по земляному руслу мелиоративного канала, в результате размыва ложа, в речку поступает вода со значительным содержанием взвешенных веществ.

Цель исследований – количественная и качественная оценка поверхностного стока с территории предприятия, разработка решений по очистке вод и рассмотрение возможности их вовлечения в технологический процесс. Решение поставленных задач, в условиях современного состояния водных объектов, весьма актуальны, имеют теоретическое и практическое значение.

## **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

В основу данной работы легли материалы научно исследовательской работы по оценке использования водных ресурсов промышленными предприятиями в бассейне р. Устья, проведенной авторами в период 2004–2010 годов [1, 2]. В процессе исследований анализировались условия формирования поверхностного стока на территории ПАТ «Вольнь-цемент» по количественным и качественным показателям. Для обоснования возможности использования поверхностного стока в качестве технической воды применялись теоретический, расчетно-аналитический, экспериментальный, отчетно-статистический и лабораторный методы. Теоретический метод базировался на материалах обработки технологических регламентов, рецептуры сырья, расчета расходов воды в существующих системах технического водоснабжения. Расчетно-аналитический и экспериментальный методы предполагали определение вероятных норм снижения забора свежей воды на основе математической обработки данных, с использованием корреляционного и регрессионного анализа, соответственно проведенного учета использования водных ресурсов. Отчетно-статистический метод основывался на определении расходов технической воды по данным фактического использования водных ресурсов за период исследований с учетом факторов водности года. Лабораторный метод включал определение химических показателей исследуемых вод.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Объектом исследований была юго-восточная часть площади промышленного предприятия ПАТ «Вольнь-цемент», расположенного в Здолбуновском районе Ровенской области. Предприятие использует как техническую воду, так и питьевую. Воду питьевого качества забирают из водопровода города Здолбунов и скважин питьевой воды, расположенных на территории Кривинского карьера добычи глины. Для технических целей используют воды реки Устья и воду, забираемую из карьера добычи мела и суглинка данного предприятия. В настоящее время в технологии производства цемента, в качестве топлива, предприятие начало использовать не только газ, но и уголь. Поэтому на территории предприятия были устроены площадки для хранения запасов угля. Сточные воды с этих площадей влияют на качество поверхностного стока.

В связи с этим нами проведена оценка возможного использования поверхностного стока в качестве дополнительного источника технической воды.

Годовой объем поверхностного стока определен согласно «Временных рекомендаций по проектированию сооружений для очистки поверхностного стока с территории промышленных предприятий и расчетов условий выпуска их в водные объекты». Общая площадь водосбора площади предприятия составила 49 га,

включая площадь крыш домов и асфальтового покрытия, поверхностей земли и газонов. Общий расход воды с территории составил  $0,94 \text{ м}^3/\text{с}$ .

При определении количества дождевой воды учитывалось, что интенсивность осадков в различные периоды связана с их повторяемостью или вероятностью их увеличения ( $P_{\%}$  обеспеченности). Дожди интенсивностью 7–12 л/с на 1га при 20-минутной продолжительности обеспечивают смыв всех загрязнений с поверхностей крыш, проездов, тротуаров. Частота осадков с такой интенсивностью отмечается 10–20 раз за год.

Поверхностный сток с территории предприятия собирается двумя схемами (рис. 1).

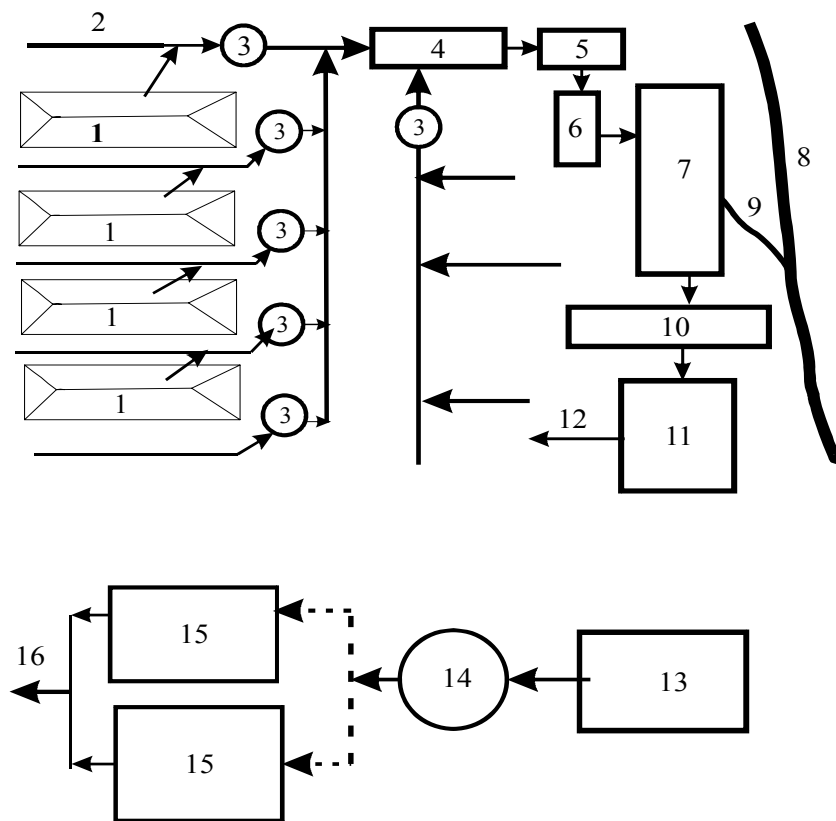


Рис. 1. Схема отведения дождевых вод с территории промышленного предприятия

1 – здания цехов предприятия; 2 – система сбора поверхностного стока; 3 – камеры предварительной очистки воды; 4 – приемная камера; 5 – горизонтальная песколовка; 6 – регулятор-отстойник; 7 – биоплато гидропонного типа; 8 – р. Устья; 9 – мелиоративный канал; 10 – сборный резервуар; 11 – насосная станция; 12 – подача подготовленного поверхностного стока в систему оборотного водоснабжения; 13 – склад угля и полотно ж/д станции; 14 – камера с решетками для предварительной очистки воды; 15 – сборные резервуары-накопители; 16 – вывоз воды на приготовление шлама.

По первой схеме вода поступает в систему дождеприемников и, после частичной очистки в отстойниках, которые предусмотрены около соответствующих цехов, транспортируется по двум коллекторам в приемную камеру очистных сооружений. Это обеспечивает частичное удаление из дождевой воды плавающих и органических примесей. Очистные сооружения включают приемную камеру для накопления дождевой воды, горизонтальную песколовку, регулятор-отстойник и биоплато гидропонного типа. После этого дождевая вода сбрасывалась через мелиоративный канал в р. Устья. Для обеспечения непрерывной работы сооружения предусмотрена рециркуляция доочищенной воды в приемный лоток регулятора-отстойника.

По второй схеме дождевая вода собирается со склада угля и полотна железнодорожной станции, с последующим отводом ее по лоткам в накопительные резервуары, перед которыми в колодцах предусмотрены решетки с проемами 10 мм. Осветленные дождевые воды вывозятся автотранспортом для последующего использования в технологии, при приготовлении шлама.

Анализ количества дождевых вод, собираемых с территории промышленного предприятия (рис. 2) позволяет сделать вывод о необходимости внедрения комплекса водоохранных мероприятий с целью улучшения экологического состояния бассейна речки и обеспечения более рационального использования водных ресурсов на предприятии.

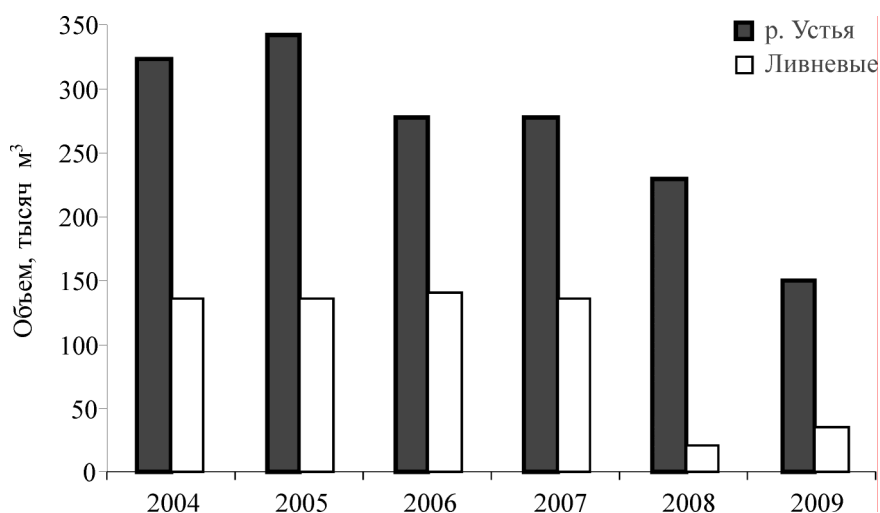


Рис. 2. Анализ объемов воды, забираемой из реки Устья и поверхностного стока по годам исследований

Для возможности выбора варианта использования дождевых вод, при проектировании водоохранных мероприятий, проводился анализ качественных показателей до и после их очистки на очистных сооружениях (табл. 1).

Таблица 1

Показатели качества поверхностного стока с территории предприятия

№ п/п	Показатели, единицы измерения	Поверхностный сток	После отстаивания	После очистных сооружений
1	рН	–	8,15	8,8
2	Общая щелочность, мг-екв./л	4,44	1,68	1,62
3	Общая жесткость, мг-екв./л	5,32	1,8	1,86
4	Кальций, мг/л	80	28	26
5	Магний, мг/л	16,1	4,9	6,8
6	Железо общее, мг/л	0,76	2,02	1,52
7	Хлориды, мг/л	21,4	5,53	9,6
8	Сульфаты, мг/л	34	28	32,9
9	Фосфаты, мг/л	0,15	0,19	0,15
10	Аммоний, мг/л	0,5	0,6	0,36
11	Нитриты, мг/л	0,07	0,087	0,049
12	Нитраты, мг/л	3,3	2,3	2,6
13	Взвешенные вещества, мг/л	25	110	91
14	Сухой остаток мг/л	332	130	165
15	ХПК мгО <sub>2</sub> /л	24	20	70
16	БПК мгО <sub>2</sub> /л	2,36	2,47	2,76
17	Индекс стабильности	0,825	0,12	0,42

Проведенный анализ качества поверхностного стока показывает возможность его использования для подпитки системы оборотного водоснабжения предприятия. При использовании поверхностного стока важным есть наличие в нем взвешенных веществ, общая и карбонатная жесткость, рН воды. Эти показатели обеспечивают стабильную работу всей системы оборотного водоснабжения, предупреждая выпадение солей жесткости.

Существующая на предприятии система очистки дождевой воды на отстойнике, песколовке, биоплато обеспечивает ее подготовку до норм подпиточной воды оборотных систем [4]. Нарушение же стабильности воды может происходить при введении в воду реагентов, коагулянтов, насыщения воды кислородом при использовании системы очистки дождевой воды. Согласно проведенным расчетам индекс стабильности дождевой воды составляет 0,37, что ниже, чем воды р. Устья (0,83). Это свидетельствует о меньшей вероятности образования осадка и снижении коэффициента теплопередачи системы в целом и, соответственно, позволяет использовать поверхностный сток для подпитки системы оборотного водоснабжения предприятия.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, впервые была рассмотрена возможность использования поверхностного стока в качестве подпитки для систем оборотного водоснабжения на цементном заводе ПАТ «Волынь-цемент». Полученные результаты дают возможность не только обеспечить стабильность работы оборотной системы

водоснабжения предприятия, но также позволяют уменьшить до 30% количество забираемой воды из р. Устья. Анализ существующего экологического состояния речки Устья позволяют сделать вывод о том, что: использование поверхностного стока позволит предупредить дальнейшее загрязнение реки; обеспечить снижение отбора воды из р. Устья; повысит коэффициент использования водных ресурсов нетрадиционных источников.

### Список литературы

1. Орлов В. О. Рациональне використання водних ресурсів на цементних заводах / В. О. Орлов, Л. А. Волкова, Л. Л. Литвиненко та інші. // Moderni vymoženosti vědi – 2011 / Materiály VII mezinárodní vědecko-praktická konference (27.01.2011 – 05.02.2011). – Díl. 14. Ekologie. Chemie a chemická technologie. Zemědělství. Zvěrolékařství: Praha. Publishing House «Education and» s.r.o. – S. 28–32.
2. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2007 р. / [за ред. Колодича П. Д., Горковлюка О. М.]. – Рівне, 2008. – 203 с.
3. Мостепан Е. В. Исследование влияния ливневых вод с водосборных территорий города на состояние водных объектов / Е. В. Мостепан // Эффективные материалы, технологии, машины и оборудование для строительства и эксплуатации современных транспортных сооружений: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Белгород, 2009. – С. 261–263.
4. Шабалин А. Ф. Обратное водоснабжение промышленных предприятий. – М.; Стройиздат, 1972. – 276 с.
5. Тугай А. М. Водопостачання. Підручник / А. М. Тугай, В. О. Орлов. – К.: Знання, 2009. – 735 с.

**Орлов В. О., Волкова Л. А., Литвиненко Л. Л. Екологічні аспекти використання поверхневого стоку для підживлення систем оборотного водопостачання промислового підприємства // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2012. Вип. 6. С. 251–256.**

З метою зниження рівня антропогенного навантаження на водні об'єкти, розглянута можливість використання дощових та талих вод в системі оборотного водопостачання промислового підприємства. Рішення даного питання проведено на основі кількісної та якісної оцінки поверхневого стоку, що дає можливість попередити забруднення ріки Устя, забезпечити економію кількості води що забирається з ріки Устя, підвищити коефіцієнт використання водних ресурсів.

*Ключові слова:* антропогенне навантаження, стік талих та дощових вод, оборотні системи водопостачання, поверхневий стік, показники якості поверхневого стоку.

**Orlov V. O., Volkova L. A., Litvinenko L. L. Ecological aspects of superficial flow use for signup of circulating water of industrial enterprise systems // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2012. Iss. 6. P. 251–256.**

Possibility of the use of rain and melted waters in the circulating water of industrial enterprise system is considered for a decline of level of the anthropogenic loading on water objects. This question is decided on the basis of quantitative and quality estimation of superficial flow. Possibility to warn contamination of the river Ustia, provide the economy of amount of the water taken away from the small river Ustia, promote the coefficient of the use of water resources is revealed in research.

*Key words:* anthropogenic loading, flow of the melted and rain waters, circulating water systems, superficial flow, indexes of quality superficial.

*Поступила в редакцію 20.09.2012 г.*