DOI: 10.17122/ntj-oil-2020-3-92-99

УДК 628.316

А.В. Святченко, С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова (Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Российская Федерация)

ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ г. СТАРЫЙ ОСКОЛ (БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Anastasia V. Svyatchenko, Svetlana V. Sverguzova, Zhanna A. Sapronova
(Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russian Federation)

ASSESSMENT OF GAS STATIONS SURFACE RUNOFF IN STARY OSKOL (BELGOROD REGION)

Введение

Статья посвящена актуальной проблеме охраны природных акваторий, подвергающихся антропогенному воздействию городов и промышленных предприятий.

Цели и задачи

Изучение экологического состояния Белгородского водохранилища на реке Северский Донец (Белгородская область) и выявление степени загрязнения воды нефтепродуктами, а также исследование состава поверхностного стока автозаправочных станций (АЗС) г. Старый Оскол.

Методы

Отбор проб воды из Белгородского водохранилища и поверхностного стока АЗС проводился в соответствии с требованиями ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». В соответствии с нормативными документами исследованы такие показатели воды, как нефтепродукты, взвешенные вещества, биологическое потребление кислорода, химическое потребление кислорода. Исследования проводили в аккредитованной лаборатории.

Background

The article is devoted to the urgent problem of natural water areas protection exposed to anthropogenic impact of cities and industrial enterprises.

Aims and Objectives

To study the ecological state of the Belgorod reservoir on the Seversky Donets River (Belgorod Region) and identify the degree of water pollution with oil products, as well as the composition of the Stary Oskol gas stations (petrol stations) surface runoff study.

Methods

Water sampling from the Belgorod reservoir and surface runoff of gas stations was carried out in accordance with the State Standard 31861-2012 «Water. General Sampling Requirements» requirements. In accordance with the regulatory documents, were studied such water indicators as petroleum products, suspended solids, biological oxygen demand, chemical oxygen demand. Investigations were carried out in an accredited laboratory.

Результаты

В результате проведенного исследования установлено, что водный бассейн Белгородского водохранилища испытывает значительную техногенную нагрузку. При этом наибольшее содержание загрязняющих веществ, в том числе и нефтепродуктов, обнаружено в пробах воды, отобранных в местах, близких к выпуску сточных вод предприятий. Установлено, что на качество воды водохранилища влияют близлежащие источники, в частности муниципальное унитарное предприятие «Водоканал». Установлено также, что поверхностные стоки АЗС имеют высокую загрязненность.

Results

As a result of the study, it was found that the water basin of the Belgorod reservoir experiences a significant technogenic impact. At the same time, the highest content of pollutants, including oil products, was found in water samples taken in places close to the sewage discharge of enterprises. It has been established that the quality of water in the reservoir is influenced by nearby sources, in particular, the Municipal Unitary Enterprise «Vodokanal». It was also found that the runoff filling stations have high contamination.

Ключевые слова: автозаправочные станции; нефтепродукты; водохранилище; сточные воды

Key words: gas stations; oil products; water reservoir; wastewater

К одним из опаснейших загрязняющих веществ, содержащихся в водах поверхностных объектов, относятся нефтепродукты (НП) [1, 2]. Несмотря на предпринимаемые в последние десятилетия мероприятия, ограничивающие поступление НП в окружающую среду, содержание их в воде водных объектов зачастую превышает ПДК [3, 4]. Это можно проиллюстрировать на примере Белгородского водохранилища на реке Северский Донец (76 млн м³) Белгородской области.

Содержание НП в его водах за последние годы, по данным наблюдения отделом контроля качества вод ФГУ «Управление эксплуатации Белгородского водохранилища», а также филиалом ЦЛАТИ по Белгородской области, приведено на рисунке 1 [5].

Из результатов мониторинга (рисунок 1) следует, что на изменение качественного состояния акватории водохранилища большое влияние оказывают притоки рек,

впадающие в него и несущие большую антропогенную нагрузку.

В комплексе факторов, определяющих экологическое состояние Белгородского водохранилища, входят:

- поступление загрязняющих веществ со стоками очистных сооружений, промышленных предприятий;
- поступление загрязняющих веществ с селитебных территорий;
- поступление загрязняющих веществ со стоками от автодорог, автопредприятий, автомоек и автозаправочных станций (АЗС).

В таблице 1 приведен обобщенный качественный состав поверхностных вод для селитебных территорий [6].

Усредненный состав поверхностного стока для автотранспортных предприятий указан в таблице 2 [7].

Таблица 1. Усредненный качественный состав поверхностных вод селитебных территорий

Загрязняющие компоненты	Удельный вынос, кг/(га·год)
Взвешенные вещества, мг/дм ³	2500
Биологическое потребление кислорода БПК ₂₀ , мгО/дм ³	140
Химическое потребление кислорода (ХПК), мгО/дм ³	1000
НП, мг/дм ³	40
Соединения азота	6
Соединения фосфора	1,5
Минеральные соли	400

Для получения более полных данных нами проводился мониторинг состава поверхностного стока пяти АЗС г. Старый Оскол на содержание НП, взвешенных веществ, а также по показателям БПК_{полн} и ХПК.

Таблица 2. Усредненные показатели загрязненности поверхностного стока автотранспортных предприятий

Ингредиенты	Значения
Взвешенные вещества, мг/дм ³	2000
НП, мг/дм ³	90
БПК, мг О/дм ³	210
ХПК, мг О/дм ³	500

Затем рассчитывались усредненные показатели и по ним строились графики динамики изменения качества поверхностного стока. Пробы воды для анализа отбирались в соответствии с ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [8]. Содержание НП определяли с помощью концентратометра марки КН-3, взвешенные вещества определяли гравиметрическим методом [9]. Содержание органических веществ определялось по показателю ХПК путем титрования избытка бихромата калия солью Мора [10] и показателю БПК, согласно методике [11].

Динамика изменения показателей по НП, БПК_{полн}, ХПК, взвешенным веществам представлена на рисунках 2-4.

- 1 - точка отбора проб - 990 км выше от устья реки Везелка;
- 2 - точка отбора проб - 989 км устьевой створ реки Везелка;
- 3 - точка отбора проб - 988 км ниже реки Везелка;
- 4 - точка отбора проб - выше сброса сточных вод (СВ) ГУП «Белводоканал»;
- 5 - точка отбора проб - ниже сброса СВ ГУП «Белводоканал»;
- 6 - точка отбора проб - 964 км от устья реки Северский Донец;
- 7 - точка отбора проб - 963 км от устья реки Северский Донец

Рисунок 1. Содержание нефтепродуктов в воде Белгородского водохранилища в 2017 г.

Рисунок 2. Динамика изменения концентрации НП в поверхностном стоке АЗС г. Старый Оскол за период 2017-2019 гг.

Рисунок 3. Динамика изменения показателей ХПК (■) и БПК (●) в поверхностном стоке АЗС г. Старый Оскол в 2017 г.

Рисунок 4. Динамика изменения содержания взвешенных веществ в поверхностном стоке АЗС г. Старый Оскол за период 2017-2019 гг.

Из анализа результатов (рисунок 2) следует уменьшение содержания НП, особенно в летний период.

Косвенно об уменьшении содержания НП показывают и показатели ХПК и БПК (рисунок 3).

Содержание взвешенных веществ зависит от времени года и составляет в среднем 500 мг/дм^3 (рисунок 4).

Как видно из приведенных результатов, поверхностные стоки с территорий предприятий АЗС являются одними из основных источников загрязнения окружающей среды различными поллютантами, в том числе НП.

Степень и характер загрязнения поверхностного стока с площадок предприятий зависит от уровня благоустройства территории, а также от гидрометеорологических параметров выпадающих осадков: интенсивности и продолжительности дождей, предшествующего периода погоды, интенсивности процесса весеннего снеготаяния.

Поверхностные сточные воды с территорий автохозяйств, бензозаправочных станций, автостоянок, автобусных станций перед

сбросом в дождевую канализацию или централизованную систему коммунальной канализации поэтому должны подвергаться очистке на локальных очистных сооружениях.

Для определения возможности снижения концентрации НП, величины ХПК в ливневых стоках АЗС до нормативных значений для сброса в городскую канализацию нами была проведена сорбционная очистка. В качестве сорбционного материала (СМ) был испытан листовой каштановый опад в количестве $1,5 \text{ мг/дм}^3$.

При исходной концентрации НП $1,39 \text{ мг/дм}^3$ остаточная концентрация НП составила $0,19 \text{ мг/дм}^3$, эффективность очистки 86 %.

Значение ХПК при эффективности очистки 78 % снижается от $112,5$ до $24,4 \text{ мгО/дм}^3$, что соответствует требованиям нормативов сброса производственных СВ в городскую систему канализации (НП - $0,22 \text{ мг/дм}^3$; ХПК - 40 мгО/дм^3).

Оптимальное время контакта сорбционного материала со СВ составляет 5-10 мин (рисунок 5).

Рисунок 5. Эффективность очистки в зависимости от времени

Выводы

Проведение мониторинга поверхностных стоков АЗС на примере г. Старый Оскол показывает высокую степень загрязнения органическими поллютантами, в том числе нефтепродуктами.

Для очистки поверхностных стоков АЗС предложена сорбционная очистка по разработанной технологии на основе листового

каштанового опада. Эффективность сорбционной очистки от органических поллютантов составляет 85 %. Количество сточных вод после очистки соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к воде, сбрасываемой в систему городской канализации. Таким образом, показана возможность применения данного сорбционного материала.

Список литературы

1. Другов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 270 с.
2. Фетисов Д.Д., Свергузова С.В. Влияние нефтегазовых комплексов на объекты окружающей среды // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 4. С. 192-194.
3. Сапронова Ж.А., Свергузова С.В., Святченко А.В. Износ систем водоотведения как фактор экологической опасности на примере Белгородской области // Вода: химия и экология. 2018. № 7-9 (116). С. 32-38.
4. Акчурина Л.Р., Ягафарова Г.Г., Насырова Л.А., Сафаров А.Х. Совершенствование биологических очистных сооружений нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2019. Вып. 4 (120). С. 159-166. DOI: 10.17122/ntj-oil-2019-4-159-166.
5. Белгородская область в цифрах. 2018: краткий статистический сборник. Белгород: Белгородстат, 2018. 300 с.
6. Меншутин Ю.А., Верещагин Л.М., Керин А.С., Фомичёва Е.В., Логунова А.Ю. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. М.: Минстрой России, 2015. 146 с.
7. Методические указания по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты. М.: Госкомэкология России, 1998. 24 с.
8. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования

References

1. Drugov Yu.S., Rodin A.A. *Ekologicheskie analizy pri razlivakh nefi i nefteproduktov: prakticheskoe rukovodstvo* [Environmental Analysis of Oil and Oil Product Spills: A Practical Guide]. Moscow, BINOM. Laboratoriya znaniy Publ., 2007. 270 p. [in Russian].
2. Fetisov D.D., Sverguzoza S.V. Vliyanie neftegazovykh kompleksov na ob"ekty okruzhayushchei sredy [The Influence of Oil and Gas Complexes on Environmental Objects]. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova - Bulletin of BSTU Named after V.G. Shukhov*, 2011, No. 4, pp. 192-194. [in Russian].
3. Saprionova Zh.A., Sverguzoza S.V., Svyatchenko A.V. Iznos sistem vodootvedeniya kak faktor ekologicheskoi opasnosti na primere Belgorodskoi oblasti [Deterioration of Sewerage Systems as a Factor Environmental Hazards on Belgorod Region Example]. *Voda: khimiya i ekologiya - Water: Chemistry and Ecology*, 2018, No. 7-9 (116), pp. 32-38. [in Russian].
4. Akchurina L.R., Yagafarova G.G., Nasyrova L.A., Safarov A.Kh. Sovershenstvovanie biologicheskikh ochistnykh sooruzhenii neftekhimicheskikh i neftepererabatyvayushchikh predpriyatii [Improvement of Biological Treatment Facilities of Petrochemical Industries and Refineries]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2019, Issue 4 (120), pp. 159-166. DOI: 10.17122/ntj-oil-2019-4-159-166. [in Russian].
5. *Belgorodskaya oblast' v tsifrakh. 2018: kratkii statisticheskii sbornik* [Belgorod Region in Numbers. 2018: A Brief Statistical Digest]. Belgorod, Belgorodstat Publ., 2018. 300 p. [in Russian].

к отбору проб. М.: Стандартиформ, 2019. 45 с.

9. ПНД Ф 14.1:2:4.254-09. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций взвешенных и прокаленных взвешенных веществ в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом. М.: Роса, 2017. 15 с.

10. ПНД Ф 14.1:2.100-97. Количественный химический анализ вод. Методика измерений химического потребления кислорода в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом. М.: ФГБУ ФЦАО, 2016. 18 с.

11. ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПКполн.) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. М.: Роса, 2004. 37 с.

6. Menshutin Yu.A., Vereshchagin L.M., Kerin A.S., Fomicheva E.V., Logunova A.Yu. *Recommendatsii po raschetu sistem sbora, otvedeniya i ochistki poverkhnostnogo stoka selitebnykh territorii, ploshchadok predpriyatii i opredeleniyu uslovii vypuska ego v vodnye ob'ekty* [Recommendations on the Calculation of Systems for Collecting, Discharging and Treating Surface Runoff of Residential Territories, Sites of Enterprises and Determining the Conditions for its Release into Water Bodies]. Moscow, Minstroi Rossii Publ., 2015. 146 p. [in Russian].

7. *Metodicheskie ukazaniya po raschetu platy za neorganizovannyi sbros zagryaznyayushchikh veshchestv v vodnye ob'ekty* [Guidelines for Calculating Fees for Fugitive Discharge of Pollutants into Water Bodies]. Moscow, Goskomekologiya Rossii Publ., 1998. 24 p. [in Russian].

8. *GOST 31861-2012. Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob* [State Standard 31861-2012. Water. General Requirements for Sampling]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 45 p. [in Russian].

9. *PND F 14.1:2:4.254-09. Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika izmerenii massovykh kontsentratsii vzveshennykh i prokalennykh vzveshennykh veshchestv v probakh pit'evykh, prirodnnykh i stochnykh vod gravimetricheskim metodom* [PND F 14.1:2:4.254-09. Quantitative Chemical Analysis of Water. The Method of Measuring the Mass Concentration of Suspended and Calcined Suspended Solids in Samples of Drinking, Natural and Waste Water by the Gravimetric Method]. Moscow, Rosa Publ., 2017. 15 p. [in Russian].

10. *PND F 14.1:2.100-97. Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika izmerenii khimicheskogo potrebleniya kisloroda v probakh prirodnnykh i stochnykh vod titrimetricheskim metodom* [PND F 14.1:2.100-97. Quantitative Chemical Analysis of Water. Measurement Procedure for the Chemical Consumption of Oxygen in Samples of Natural and Waste Waters by the Titrimetric Method]. Moscow, FGBU FTsAO Publ., 2016. 18 p. [in Russian].

11. *PND F 14.1:2:3:4.123-97. Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenii biokhimicheskoi potrebnosti v kislorode posle n-dnei inkubatsii (BPK poln.) v poverkhnostnykh presnykh, podzemnykh (gruntovykh), pit'evykh, stochnykh i ochishchennykh stochnykh vodakh* [PND F 14.1:2:3:4.123-97. Quantitative Chemical Analysis of Water. Methodology for Measuring Biochemical Oxygen Demand after n-Days of Incubation (BOD Full) in Surface Fresh, Underground (Ground), Drinking, Waste and Treated Wastewater]. Moscow, Rosa Publ., 2004. 37 p. [in Russian].

Авторы

• Святченко Анастасия Владимировна
Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Аспирант, ассистент кафедры «Промышленная
экология»
Российская Федерация, 308012, г. Белгород,
ул. Костюкова, 46
тел. (4722) 55-47-96
e-mail: sv.anastasiaa@mail.ru

• Свергузова Светлана Васильевна, д-р техн. наук
Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Заведующая кафедрой «Промышленная
экология»
Российская Федерация, 308012, г. Белгород,
ул. Костюкова, 46
тел. (4722) 55-47-96
e-mail: pe@intbel.ru

• Сапронова Жанна Ануаровна, д-р техн. наук
Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Профессор кафедры «Промышленная экология»
Российская Федерация, 308012, г. Белгород,
ул. Костюкова, 46
тел. (4722) 55-47-96
e-mail: pe@intbel.ru

The Authors

Svyatchenko Anastasia V.
Belgorod State Technological University
named after V.G. Shukhov
Postgraduate Student, Assistant of Industrial Ecology
Department
46, Kostyukova str., Belgorod, 308012,
Russian Federation
tel: (4722) 55-47-96
e-mail: sv.anastasiaa@mail.ru

• Sverguzova Svetlana V., Doctor of Engineering
Sciences
Belgorod State Technological University
named after V.G. Shukhov
Head of Industrial Ecology Department
46, Kostyukova str., Belgorod, 308012,
Russian Federation
tel: (4722) 55-47-96
e-mail: pe@intbel.ru

• Sapronova Zhanna A., Doctor of Engineering
Sciences
Belgorod State Technological University
named after V.G. Shukhov
Professor of Industrial Ecology Department
46, Kostyukova str., Belgorod, 308012,
Russian Federation
tel: (4722) 55-47-96
e-mail: pe@intbel.ru