

УДК 543.682:66.013

А. Н. Крайнюкова, д-р биол. наук; **Е. О. Чистякова**
(УкрНИИЭП)

А. Н. Крайнюков, канд. геогр. наук
(ХНУ им. В.Н. Каразина)

МОНИТОРИНГ ВОЗВРАТНЫХ ВОД ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И КАЧЕСТВА ВОДЫ В КОНТРОЛЬНЫХ СТВОРАХ ВОДНОГО ОБЪЕКТА НА ПРИМЕРЕ ЧАО «СЕВЕРОДОНЕЦКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ АЗОТ»

В работе представлены результаты долгосрочного (2001–2011 гг.) мониторинга возвратных вод химического предприятия (на примере Частного акционерного общества «Северодонецкое объединение АЗОТ») и качества воды р. Северский Донец, отобранной выше и ниже сброса возвратных вод. Показано, что компонентный состав возвратных вод, а также качество речных вод по физико-химическим показателям изменялись в незначительных пределах и, в основном, соответствовали нормативным значениям. В период исследований 75 % проб возвратных и 35 % речных вод были токсичными.

Ключевые слова: возвратные воды, качество воды, контрольный створ, острая летальная токсичность, речные воды, хроническая токсичность, уровень токсичности, уровень загрязненности.

В Концепции Государственной программы мониторинга [1] приоритетное место отводится вопросу организации систематических наблюдений за состоянием окружающей природной среды. При этом в Государственной целевой экологической программе проведения мониторинга [2] отмечается, что стратегия оценки состояния окружающей природной среды базируется на комплексном подходе с использованием результатов различных видов наблюдений, в частности, физических, химических, биологических. Такой подход позволяет расширять возможности для выявления причинно-следственных связей состояния объектов окружающей природной среды и факторов влияния на них. В данной статье с учетом изложенных выше положений обобщены результаты многолетнего стандартного мониторинга возвратных вод химического предприятия — Частного акционерного общества «Северодонецкое объединение АЗОТ» (далее – СДО АЗОТ), в рамках которого осуществлялась комплексная оценка состояния возвратных и речных вод.

Предприятия химической промышленности расположены в большинстве регионов Украины и выпускают разнообразную продукцию

для удовлетворения нужд всех отраслей промышленности, сельского хозяйства и населения. Многообразие продукции, применяемых технологий и видов сырья определяет широкий спектр загрязняющих веществ, поступающих в воздушную среду, водные объекты и почвы. Во многих случаях отходы предприятий химической промышленности характеризуются существенными объемами, а в некоторых регионах Украины воздействие предприятий химического комплекса на окружающую среду является доминирующим.

Возвратные воды предприятий химической промышленности представляют собой многокомпонентные смеси непостоянного состава. В них присутствуют во взвешенном и растворенном состояниях минеральные и органические вещества. В технологических процессах образуются возвратные воды различных категорий, состав которых очень разнообразен — в зависимости от специализации предприятия они могут содержать практически все классы химических соединений, среди которых многие обладают токсическими свойствами.

СДО АЗОТ является одним из крупнейших химических предприятий Украины, которое производит разнообразную продукцию: аммиак и азотные минеральные удобрения, органические спирты и кислоты, товары бытовой химии, изделия из полимеров и полимерных пленок, строительные материалы и др.

Специфика выпускаемой СДО АЗОТ продукции определяет перечень образующихся в технологическом процессе веществ, большинство из которых являются токсичными. К их числу относятся поливинилацетат, циклогексан, формальдегид, диметилфталат, метанол, аммиак, винилацетат и др.

В соответствии с данными, приведенными в Экологическом паспорте Луганской области, по итогам 2010 г. СДО АЗОТ включен в перечень экологически опасных источников загрязнения водных объектов. Среди них по объему сброса возвратных вод СДО АЗОТ занимает первое место — 16276 млн м³ при содержании загрязняющих веществ 21 277,4 т.

В возвратных водах предприятия, сбрасываемых после физико-химической и биологической очистки в р. Северский Донец, содержится ряд специфических химических веществ, потенциально опасных для водных биоценозов — тяжелые металлы (медь, никель, свинец, хром, цинк), нефтепродукты, СПАВ, аминсоединения, фенолы, формаль-

дегид и др. Лимитирующим показателем опасности перечисленных химических соединений для водной экосистемы, в соответствии с указанными в Перечнях ПДК веществ для воды водных объектов рыбохозяйственного водопользования, является токсикологический показатель, а значения ПДК для них составляют от 0,5 до 0,0005 мг/л.

Целью описываемых исследований была оценка влияния сброса возвратных вод на качество воды водного объекта по данным долгосрочного стандартного мониторинга возвратных вод СДО АЗОТ и воды р. Северский Донец.

Стандартный мониторинг какого-либо объекта окружающей среды предусматривает проведение систематических наблюдений в течение длительного времени. Результаты наблюдений, представленные в настоящей работе, получены в период с 2001 г. по 2011 г. В процессе выполнения исследований с периодичностью 1 раз в квартал были отобраны 116 проб возвратных вод предприятия и 52 пробы воды р. Северский Донец выше и ниже сброса возвратных вод. Физико-химические анализы компонентного состава возвратных и речных вод выполнялись промышленно-санитарной лабораторией предприятия.

Острую летальную токсичность возвратных вод и хроническую токсичность воды р. Северский Донец определяли по методикам биотестирования с использованием в качестве тест-объекта ракообразных *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg [3, 4].

В процессе исследований проводили контроль качества определенных токсичности (погрешность одиночного определения, воспроизводимость результатов, пригодность тест-объекта к биотестированию).

Качественную оценку уровней токсичности возвратных и степени загрязненности речных вод проводили в соответствии с классификационными шкалами [5].

Анализ качественного состава возвратных вод предприятия показал, что в период исследований наблюдалась тенденция к увеличению содержания в возвратных водах ряда тяжелых металлов (рис. 1). Так, в период с 2005 г. по 2011 г. стабильно увеличивалось содержания цинка – от 0,029 мг/л до 0,076 мг/л; с 2008 г. по 2010 г. в возвратных водах значительно увеличилось содержание меди – от 0,013 до 0,019 мг/л; в период с 2001 г. по 2011 г. в 32 раза увеличилось содержание железа – от 0,0075 до 0,24 мг/л. Содержание никеля в возвратных водах предприятия в период с 2001 г. по 2005 г. увеличилось с 0,022 мг/л до 0,14 мг/л.

Содержание в возвратных водах СДО АЗОТ химических веществ токсического действия может негативно влиять на жизнедеятельность водных организмов и, как следствие, угнетать процессы самоочищения воды. Так, при содержании в воде меди в концентрации 0,02–0,06 мг/л происходит плазмолиз водорослей, а представители простейших организмов – инфузории гибнут при концентрации меди 0,05 мг/л [6]. Также известно, что медь в концентрации от 0,0025 до 0,02 мг/л токсична для многих видов рыб.

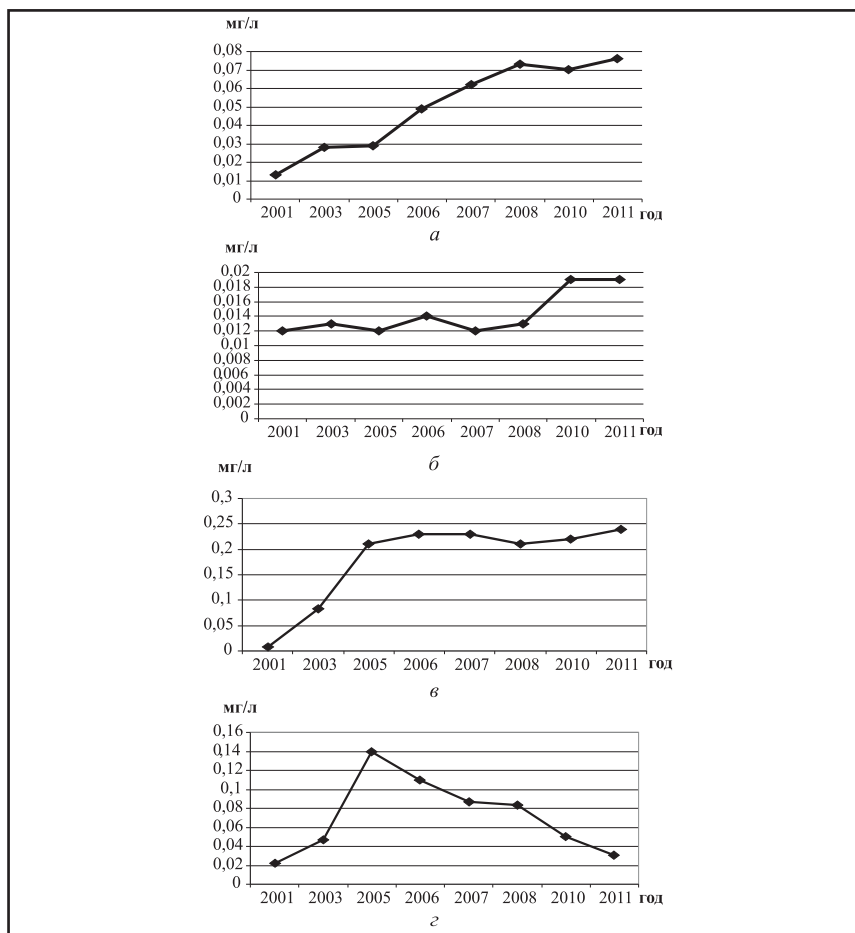


Рис. 1. Динамика содержания цинка (а), меди (б), железа (в) и никеля (г) в возвратных водах предприятия

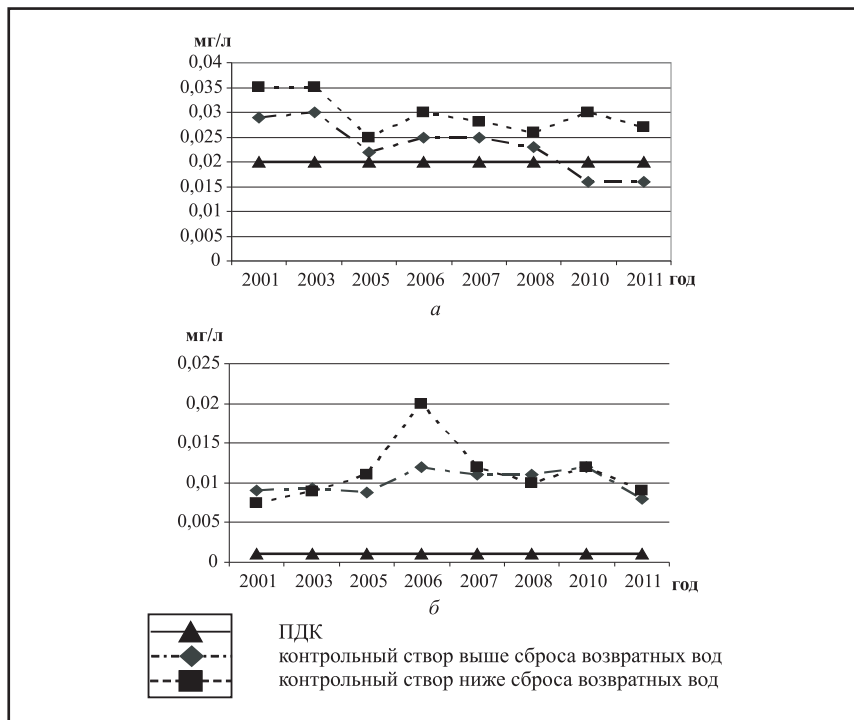


Рис. 2. Динамика содержания азота нитритного (а) и меди (б) в воде р. Северский Донец выше и ниже сброса возвратных вод предприятия

Кроме тяжелых металлов в состав возвратных вод СДО АЗОТ входят органические соединения, которые также обладают токсическими свойствами – аминокислоты, фенолы, формальдегид, спирт метиловый, нефтепродукты, СПАВ и др. Поступление в водные объекты возвратных вод, содержащих фенолы, может приводить к ухудшению их санитарного состояния по органолептическим показателям. Содержание в воде фенола в концентрации 0,1–0,2 мг/л отрицательно сказывается на ихтиофауне. Наибольшей токсичностью для рыб обладает гидрохинон, затем, по уменьшению токсического действия, следуют нафтенны, ксинолены, пирокатехин, крезолы, резорцин, пирогаллол [6].

Результаты биотестирования возвратных вод предприятия свидетельствуют об их экологической опасности для биоценоза водного объекта. Наиболее неблагоприятными в этом отношении были 2001,

2006 и 2007 годы. В частности, при определении уровня острой летальной токсичности возвратные воды в 1-м квартале 2001 г. относились к слаботоксичным (II класс токсичности) и среднетоксичным (III класс токсичности); в 3-м и 4-м кварталах 2006 г., а также в 1-м и 3-м кварталах 2007 г. возвратные воды были среднетоксичными. Качество таких возвратных вод не соответствовало установленному нормативу на сбросе в водный объект – отсутствию острой летальной токсичности.

Качество воды р. Северский Донец в контрольных створах выше и ниже сброса возвратных вод по ряду показателей (взвешенные вещества, растворенный кислород, хлориды, азот аммонийный, азот нитратный, алюминий, хром) существенно не отличалось и, в основном, соответствовало нормативным значениям ПДК веществ для воды водных объектов рыбохозяйственного водопользования.

Превышение нормативов ПДК в воде р. Северский Донец, отобранной выше и ниже сброса возвратных вод, было установлено по показателям: фосфаты, азот нитритный, никель, цинк, медь, нефтепродукты. Сопоставление уровней превышения ПДК этих веществ в створах выше и ниже сброса возвратных вод показало, что по ряду показателей их значения отличались несущественно. В то же время по содержанию меди и азота нитритного значения превышений ПДК в определенные периоды существенно отличались. Как показано на диаграмме (рис. 2), в 2006 г. содержание меди в створе ниже сброса было значительным, превышая ПДК в 20 раз; содержание азота нитритного было более значительным в контрольном створе ниже сброса возвратных вод практически в течение всего периода наблюдений.

Усредненные за год результаты определения острой летальной токсичности возвратных вод и хронической токсичности речных вод, отобранных выше и ниже сброса возвратных вод, представлены в табл. 1.

Сравнительный анализ результатов биотестирования возвратных и речных вод показал следующее. Качество воды р. Северский Донец в контрольных створах изменялось от I класса (чистая вода) до IV класса (грязная вода). При этом токсичных проб воды в обоих случаях было выявлено одинаковое количество (по 9 проб из 26), что составляет 35 %.

В 2003 и 2008 гг., когда возвратные воды в течение года были нетоксичными, в зоне их первичного разбавления речной водой – в створе ниже сброса – качество речных вод по уровню токсичности улучшалось: в 2003 г. – от 1,75 до 1,25, а в 2008 г. – от 3,00 до 1,00 ЕТ_x.

1. Усредненные результаты биотестирования возвратных и речных вод

Годы	Возвратные воды			Речные воды выше сброса возвратных вод			Речные воды ниже сброса возвратных вод		
	класс токс.	уровень токс., ЕТ ₀ *	степень токс.	класс качества	уровень загрязн., ЕТ _x **	степень загрязн.	класс качества	уровень загрязн., ЕТ _x **	степень загрязн.
2003	I	1,00	нетокс.	II	1,75	слабо загрязн.	II	1,25	слабо загрязн.
2005	I	1,00	нетокс.	II	1,25	слабо загрязн.	II	1,25	слабо загрязн.
2006	II	2,10	слабо-токс.	II	2,00	слабо загрязн.	II	2,0	слабо загрязн.
2007	II	1,88	слабо-токс.	I	1,00	чистая	II	1,5	слабо загрязн.
2008	I	1,00	нетокс.	III	3,00	умеренно загрязн.	I	1,0	чистая
2010	I	1,00	нетокс.	II	1,33	слабо загрязн.	II	2,0	слабо загрязн.
2011	II	1,22	слабо-токс.	II	1,67	слабо загрязн.	IV	4,33	грязная

* единица острой летальной токсичности (ЕТ₀) – кратность разбавления, обеспечивающая выживаемость 100 % тест-объектов.

** единица хронической токсичности (ЕТ_x) – минимальная кратность разбавления, при которой хроническая токсичность не выявляется.

В 2005 и 2006 гг. уровень загрязненности воды в створах выше и ниже сброса возвратных вод оставался на одном уровне. В 2007, 2010 и 2011 гг. наблюдалось ухудшение качества речной воды ниже

сброса возвратных вод: в 2007 г. – от 1,00 до 1,50; в 2010 г. – от 1,33 до 2,00; в 2011 г. – от 1,67 до 4,33 ЕТ_х.

В отношении уровня загрязненности речной воды в створе ниже сброса возвратных вод в 2011 г. (вода грязная, IV класс загрязненности) можно предположить, что имело место сочетанное влияние сброса токсичных возвратных вод и слабозагрязненных речных вод в створе, расположенном выше сброса.

Обобщение результатов биотестирования воды р. Северский Донец, отобранных выше и ниже сброса возвратных вод, показало, что ухудшение качества речной воды по токсикологическому показателю ниже сброса возвратных вод СДО АЗОТ наблюдалось в 19 % проб. Однако сложившуюся ситуацию не следует объяснять только поступлением в водный объект загрязняющих веществ с возвратными водами СДО АЗОТ. Как видно из результатов биотестирования речной воды, отобранной в створе выше сброса возвратных вод, в 35 % проб вода не соответствовала установленному нормативу для природных вод, каким является отсутствие хронической токсичности.

Таким образом, на качество речной воды р. Северский Донец в створе ниже сброса оказывают отрицательное влияние два фактора: сброс возвратных вод и несоответствующее установленному нормативу по токсикологическому показателю качество речной воды в фоновом створе.

Выводы

Предприятия химической промышленности по характеру воздействия на окружающую среду являются доминирующими экологически опасными объектами во многих регионах Украины. Согласно Экологическому паспорту региона, в 2010 г. СДО АЗОТ включено в перечень экологически опасных предприятий – источников загрязнения водных объектов Луганской области.

В результате долгосрочного стандартного мониторинга возвратных вод выявлена тенденция к увеличению содержания в них ряда тяжелых металлов (цинка, железа, меди). При этом практически все контролируемые показатели состава и свойств возвратных вод находились на уровне установленных значений предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ.

Наибольшее количество проб возвратных вод, не соответствующих установленному нормативу по токсикологическому показателю, было выявлено в 2001, 2006 и 2007 гг. (77 % от общего количества токсичных проб).

Качество воды р. Северский Донец в контрольных створах выше и ниже сброса возвратных вод практически по всем физико-химическим показателям существенно не отличалось и, в основном, соответствовало нормативам ПДК для воды водных объектов рыбохозяйственного водопользования. Исключение составили медь (в 2006 г. содержание превышало ПДК в 20 раз) и азот нитритный, содержание которого в речной воде ниже сброса возвратных вод превышало его содержание в створе выше сброса.

Качество воды р. Северский Донец в 35 % проб не соответствовало установленному нормативу по токсикологическому показателю.

Представляется целесообразным продолжить наблюдения с целью получения дополнительных данных о качестве возвратных вод СДО АЗОТ и воды р. Северский Донец для установления корреляционной зависимости между физико-химическими и токсикологическим показателями.

1. Концепція Державної програми проведення моніторингу навколишнього природного середовища : Затв. розпорядженням КМ України від 31.12. 2004 № 992-р.
2. Державна цільова екологічна програма проведення моніторингу навколишнього природного середовища : Затв. постановою КМ України від 5.12.2007 № 1376.
3. ДСТУ 4173-2003. Якість води. Визначання гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341 :1996, MOD).
4. ДСТУ 4174-2003. Якість води. Визначання сублетальної та хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus і *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 1076 :2000, MOD).
5. Методика визначення рівнів токсичності поверхневих і зворотних вод для контролю відповідності їх якості встановленим нормативним вимогам : Затв. наказом Мінекобезпеки України від 31.01.2000 № 27.
6. *Грушко Я.М.* Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. – Л., Химия, 1976. – 128 с.

Крайнюкова А. М., Крайнюков О. М., Чистякова О. О. МОНИТОРИНГ ЗВОРОТНИХ ВОД ХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА ТА ЯКОСТІ ВОДИ В КОНТРОЛЬНИХ СТВОРАХ ВОДНОГО ОБ'ЄКТА НА ПРИКЛАДІ ПАТ «СЄВЄРОДОНЕЦЬКЕ ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ»

У роботі представлено результати довгострокового (2001–2011 рр.) моніторингу зворотних вод хімічного підприємства (на прикладі Приватного акціонерного товариства «Сєвєродонецьке об'єднання АЗОТ») та якості води р. Сіверський Донець, відібраної вище і нижче скиду зворотних вод. Показано, що компонентний склад зворотних вод, а також якість річкових вод за фізико-хімічними показниками змінювались у незначних межах і, в основному, відповідали нормативним значенням. У період дослідження 75 % проб зворотних и 35 % річкових вод були токсичними.

Ключові слова: зворотні води, якість води, контрольний створ, гостра летальна токсичність, річкові води, хронічна токсичність, рівень токсичності, рівень забрудненості.

Kraynukova A. N., Kraynukov A. N., Chistyakova E. O. MONITORING OF CHEMICAL COMPANY RETURN FLOW AND WATER QUALITY CONTROL POINTS IN WATER FACILITY AN EXAMPLE PJSC «SEVERODONETSK AZOT»

The results of long-term (from 2001 to 2011 years) monitoring of return flow of the chemical enterprise (for example, the Private Joint Stock Company "Severodonetsk association Nitrogen") and water quality p. North. Donets selected above and below the discharge of return water. It is shown that the component of return flow and the quality of river water on physico-chemical parameters varied in the range of minor and mostly in line with normative values. In the period of researches 75 % tests of recurrent and 35 % river waters were toxic.

Keywords: return flows, water quality, the control target, the acute lethal toxicity of river water, chronic toxicity, toxicity level, the level of contamination.