

## ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ ОЗЕРА ПОЯНХУ (КИТАЙ)

Е.А. Солдатова

Научные руководители доцент Н.В. Гусева, профессор С.Л. Шварцев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Уникальная водно-болотная система оз. Поянху, служащая средой обитания многим видам животных, в том числе и редким, является одновременно и важной частью хозяйственной жизни провинции Цзянси, где оно расположено. Обширные аллювиальные равнины, раскинувшиеся в непосредственной близости от озера, и в долинах крупных рек делают бассейн озера одним из важнейших сельскохозяйственных регионов Китая. Интенсивное земледелие и животноводство и высокая плотность сельского населения в районе озера оказывают значительное влияние на качество природных вод, и в частности на баланс в них соединений азота [1 – 3, 5].

Баланс форм азота в сельскохозяйственных регионах представляет значительный интерес для изучения, поскольку избыточное применение азотных удобрений может приводить к смещению баланса  $\text{NO}_3^- - \text{NO}_3^- - \text{NH}_4^+$  в сторону более токсичных восстановленных форм азота, а также к общему снижению окислительно-восстановительного потенциала подземных вод верхних водоносных горизонтов [2]. Интересно рассмотреть и практическую стабильность форм азота в различных геохимических обстановках, ведь этот показатель косвенно отражает интенсивность процессов нитрификации/денитрификации в водоносном горизонте.

Полевые работы на территории водосборной площади оз. Поянху проводились в январе и октябре 2013 г. В ходе опробования было отобрано 27 проб подземных вод зоны гипергенеза (Рис.1), которые наиболее подвержены антропогенному воздействию. Глубина скважин и колодцев, из которых производился пробоотбор, обычно не превышала 10 м, реже достигала 16 м.

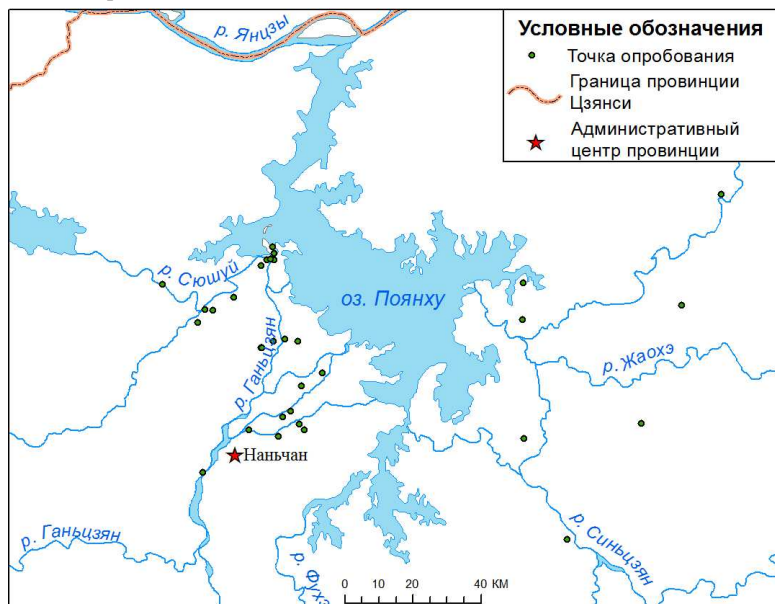


Рис.1 Карта-схема расположения точек опробования природных вод бассейна оз. Поянху

Результаты исследований общего химического состава приведены в таблице. Подземные воды района оз. Поянху являются преимущественно ультрапресными и умеренно пресными с минерализацией до 500 мг/л, лишь в некоторых точках наблюдаются более высокие значения минерализации, не превышающие, 1 г/л. Значение pH изменяется от 4.83 до 7.06 (табл.), среднее значение составляет 6.22, что соответствует слабкокислой среде. Относительно низкие концентрации  $\text{C}_{\text{орг}}$  при высоких значениях  $\text{CO}_2$ , вероятно, обусловлены активным протеканием процессов минерализации органического вещества в воде. Об этом свидетельствует и соотношение органического и неорганического азота.

Важной особенностью природных вод водосборной площади оз. Поянху являются повышенные концентрации соединений азота. Основной формой существования азота в водах зоны гипергенеза бассейна оз. Поянху является  $\text{NO}_3^-$ . При этом в некоторых случаях снижение концентрации  $\text{NO}_3^-$  в подземных водах компенсируется повышением содержания  $\text{NH}_4^+$ . Источником поступления  $\text{NH}_4^+$  в подземные воды могут быть органические удобрения, накопители навоза и сброженных кормов животноводческих хозяйств, а также бытовые сточные воды [2, 3]. Высокие концентрации иона аммония в подземных водах могут накапливаться в результате снижения окислительно-восстановительного потенциала при использовании удобрений с повышенным содержанием органических веществ, или при «отставании» кинетики процессов нитрификации от темпов внесения удобрений [2]. Низкие значения Eh, до -91 мВ (табл.), свидетельствуют в пользу первого утверждения. Также при столь низких значениях Eh в водоносном горизонте возможно протекание процессов восстановления  $\text{NO}_3^-$ , поступившего при использовании неорганических азотных удобрений, до  $\text{NH}_4^+$ .

Таблица

Химический состав подземных вод зоны гипергенеза водосборной площади оз. Поянху, Китай

| Компо-<br>нент                                                                                | Метод анализа           | Единиц<br>ы<br>измерен<br>ия | Содержание, мг/л |                  |                   |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                               |                         |                              | Среднее          | Минима-<br>льное | Максималь-<br>ное | Среднее для грунтовых<br>вод провинции<br>субтропического и<br>тропического климата [4] |
| Eh                                                                                            |                         | мВ                           | 88               | -91              | 319               | -                                                                                       |
| pH                                                                                            | Потенциометрия          | ед. pH                       | 6.22             | 4.83             | 7.06              | 6.4                                                                                     |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                                                                 | Титриметрия             | мг/л                         | 84.2             | 2.44             | 323.3             | 109                                                                                     |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                                                                 | Ионная<br>хроматография |                              | 20.8             | 0.16             | 111.4             | 7.10                                                                                    |
| Cl <sup>-</sup>                                                                               |                         |                              | 22.0             | 1.38             | 67.8              | 7.35                                                                                    |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>                                                                  | Фотоколориметр<br>ия    |                              | 0.07             | 0.01             | 0.3               | 0.07                                                                                    |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                                                                  |                         |                              | 22.6             | 0.15             | 93.9              | 1.52                                                                                    |
| Ca <sup>2+</sup>                                                                              | Ионная<br>хроматография |                              | 22.0             | 1.90             | 75.4              | 16.6                                                                                    |
| Mg <sup>2+</sup>                                                                              |                         |                              | 7.70             | 0.85             | 55.2              | 8.07                                                                                    |
| Na <sup>+</sup>                                                                               |                         |                              | 17.0             | 1.37             | 58.3              | 10.9                                                                                    |
| K <sup>+</sup>                                                                                |                         |                              | 6.52             | 0.39             | 76.0              | 2.25                                                                                    |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                                                                  | Фотоколориметр<br>ия    |                              | 1.46             | 0.02             | 6.40              | 0.09                                                                                    |
| CO <sub>2</sub>                                                                               | Титриметрия             |                              | 37.7             | 8.80             | 140.8             | 63.1                                                                                    |
| C <sub>орг</sub>                                                                              | ВТКО                    |                              | 1.43             | 0.34             | 5.53              | 6.62                                                                                    |
| N <sub>орг</sub>                                                                              | Расчетный               |                              | 3.08             | 0.22             | 10.9              | -                                                                                       |
| N <sub>общ</sub>                                                                              | ВТКО                    |                              | 8.17             | 0.83             | 32.1              | -                                                                                       |
| Min                                                                                           | Расчетный               | 203.9                        | 16.6             | 763.4            | 185               |                                                                                         |
| Примечание: ВТКО – метод высокотемпературного каталитического окисления. Min – минерализация. |                         |                              |                  |                  |                   |                                                                                         |

Примечание: ВТКО – метод высокотемпературного каталитического окисления. Min – минерализация.

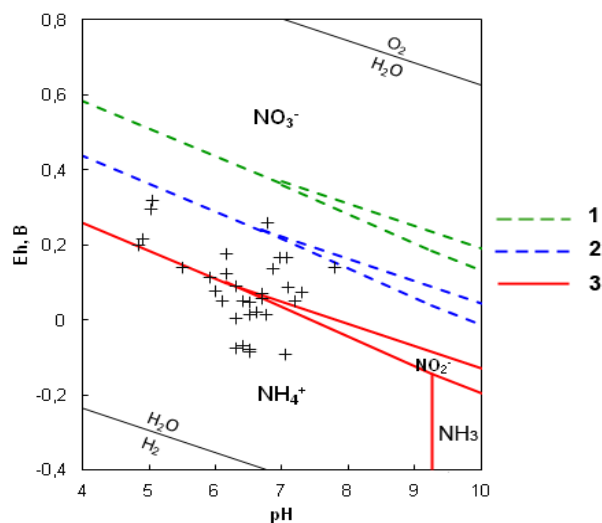


Рис. 2 Диаграмма полей устойчивости соединений азота в координатах pH-Eh с нанесением данных по составу подземных вод бассейна оз. Поянху

Условные обозначения: 1 – теоретические поля устойчивости соединений азота [2]; 2 – поля устойчивости, построенные на основе практических концентраций соединений азота в загрязненных водах [2]; 3 – поля устойчивости, построенные на основе концентраций соединений азота в подземных водах бассейна оз. Поянху.

Для определения устойчивости различных форм азота были использованы диаграммы pH-Eh, границы перехода окисленных форм азота в восстановленные уточнялись относительно точек опробования, в которых очевидно преобладали те или иные соединения азота [2]. Очевидно, что несмотря на локальное повышение концентрации NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, на диаграмме полей устойчивости основных форм азота (рис. 2) для подземных вод бассейна оз. Поянху отмечается значительное увеличение поля стабильности нитрат-иона., по сравнению с данными С.Р. Крайнова, полученными для вод, загрязненных соединениями азота [2]. Так значение Eh в точке перехода NO<sub>3</sub><sup>-</sup> – NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> – NO<sub>2</sub><sup>-</sup> и NO<sub>2</sub><sup>-</sup> – NH<sub>4</sub><sup>+</sup> для исследуемых вод снизилось с 240 до 100 мВ, pH точки перехода изменилось не столь значительно, с 6,7 до 6,2. Причиной снижения значения Eh границы перехода окисленных форм азота в восстановленные может являться как активное протекание процессов нитрификации при благоприятных для развития бактерий температурных условиях субтропического влажного климата, так и

избыточное поступление  $\text{NO}_3^-$  с неорганическими удобрениями. Ответ на этот вопрос помогут дать дальнейшие исследования микробиологии и изотопного состава подземных вод.

#### Литература

1. Брилинг И.А. Загрязнение подземных вод нитратами удобрений // Водные ресурсы. – 1985. – №4. – С. 101 – 107.
2. Крайнов С.Р., Соломин Г.А., Закутин В.П. Окислительно-восстановительные условия трансформации соединений азота в подземных водах (в связи с решением геохимико-экологических проблем) // Геохимия. – 1991. – №6. – С. 822 – 831.
3. Тютюнова Ф.И. Гидрогеохимия техногенеза. – М.: Наука, 1987. – 335 с.
4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза: 2-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 1998. – С. 73.
5. Min J.-H., Yun S.-T., Kim K., Kim H.-S., Hahn J., Lee K.-S. Nitrate contamination of alluvial groundwaters in the Nakdong River basin, Korea // Geosciences Journal. – 2002. – №6. – Vol. 1. – p. 35 – 46.

### ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРСКОЙ АЭС)

**С.Ю. Сохарева**

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Необходимость строительства Северной атомной электростанции (АЭС) продиктована сложной ситуацией в энергосистеме Томской области и объединенной энергосистеме Сибири в целом. Социально-экономическое развитие Томской области, развитие промышленности неизбежно приведет к нехватке электроэнергии.

Объем собственного производства электроэнергии в энергосистеме Томской области после плановой остановки реакторов на Сибирском химическом комбинате (в 2008 году) сократился до 40 %.

Восполнение дефицита происходит за счет поставок электроэнергии из соседних регионов. Северные районы области, где сосредоточена добыча нефти и газа, снабжаются от энергосистемы Тюменской области. Недостающая электроэнергия для южной части области поставляется из Кузбасской, Новосибирской и Красноярской энергосистем.

Основания для строительства Северной АЭС

«Энергетическая стратегия России на период до 2020 года», утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 августа 2003 г. № 1234-р;

«Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 февраля 2008 г. № 215-р;

«Энергетическая стратегия России на период до 2030 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. №1715-р;

«Энергетическая стратегия Томской области на период до 2020 года»;

«Декларация о намерениях инвестирования в строительство энергоблоков №1 и №2 Северной АЭС»

[1].

Источники финансирования

Федеральный бюджет и собственные средства госкорпорации «Росатом».

Заказчик – «Концерн Росэнергоатом».

В Томской области планируется построить двухблочную АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами ВВЭР-1150 суммарной мощностью 2300 МВт.

Проект Северной АЭС будет разрабатываться на основании базового проекта АЭС-2006 и явится усовершенствованным вариантом существующих и строящихся атомных станций [2].

Для обоснования видов и объемов работ нами была рассмотрена действующая Калининская АЭС с похожими природными условиями.

Для реализации данного проекта необходимо проведение инженерно-экологических мероприятий. Инженерно-экологические изыскания на площадке проводятся с целью получения необходимых и достаточных материалов для экологического обоснования проекта строительства АЭС с учетом нормального режима эксплуатации, а также при проектных и запроектных авариях, и корректировки проектных решений в части принятия дополнительных мероприятий, направленных на предотвращение и (или) минимизацию последствий воздействия АЭС на окружающую среду. Изыскания должны быть выполнены в объеме, необходимом для получения лицензии на сооружение АЭС.

Задачи инженерно-экологических изысканий на этапе разработки проекта АЭС включают:

- уточнение материалов и данных по состоянию окружающей среды, полученных на этапах
- выбора пункта и площадки;
- уточнение границ зоны влияния АЭС, в том числе выводов по ОВОС, прогноз изменений
- окружающей среды, связанных с различными видами загрязнений (химического, радиационного, теплового) и урбанизацией территории;