УДК 550.42

Е.М.СТАРИЧКОВ
Геолого-разведочный факультет, аспирант кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии

К ГЕОХИМИИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА ПЯСИНО (НОРИЛЬСКИЙ РАЙОН)

Водная система р.Пясина является единственной, несущей сточные воды всего Норильского промышленного района. Исследования позволят оценить масштабы и степень загрязнения, а также динамику развития неблагоприятных факторов на всем протяжении этой водной артерии (более 800 км). Целью работы является изучение закономерностей распределения тяжелых металлов в современных осадках прибрежных районов Арктического бассейна на примере водной системы Норильского района.

Установлено, что в донных осадках оз.Пясино содержание свинца в среднем 22,7 г/т (ПДК – 20 г/т), мышьяка 47 г/т, что практически в 20 раз превышает норму (ПДК – 2 г/т). Никель характеризуется крайне высокими содержаниями, порядка 150 г/т (ПДК – 4 г/т), что ставит его на место главного элемента-загрязнителя донных осадков озера. Содержание стронция в среднем не превышает допустимого 268,7 г/т (ПДК – 350 г/т), хотя максимальная концентрация (южная часть озера) достигает 600 г/т, что примерно в два раза больше нормы. Концентрация цинка достигает 144 г/т (ПДК – 230 г/т), содержание хрома составляет в среднем 200 г/т (ПДК – 50 г/т), что в четыре раза выше допустимого; содержание кобальта достигает 71 г/т (ПДК – 250 г/т). Предельно допустимое содержание меди колеблется в пределах 150-200 г/т, а содержание меди в донных осадках оз.Пясино в среднем составляет 234 г/т, что в пределах допустимого, но юго-западный район озера характеризуется повышенной концентрацией 494 г/т. Марганец и железо находятся в пределах ПДК.

The Pyasino water system is the only one transferring sewage of the Norilsk industrial region. The given investigations allow to estimate the scale and level of pollution and dynamics of development of unfavorable factors alongside this water artery (more than 800 km). The purpose of this paper is to study mechanisms of heavy metals distribution in present sediments of the arctic coastal areas by the example of water system of the Norilsk region.

It has been determined that the content of plumbum in the bottom sediments of lake Pyasino averages out of 22,7 gr/ton (MAC – 20 gr/ton), arsenic – 47 gr/ton, that is 20 times the standard (2 gr/ton). Nickel is characterized by maximum allowable content, about 150 gr/ton (MAC – 4 gr/ton), that makes it the main polluting of the bottom sediments of the lake. The average content of strongtium does not and that it makes the main polluting element. Side of the book strontium does not exceed the allowable concentration – 268,7 gr/ton (MAC – 350 gr/ton), though its maximum concentration (the southern part of the lake) reaches 600 ppm that is approximately 2 times the standard. The concentration of zinc reaches 144 gr/ton (MAC – 230 gr/ton), the content of chrome – 200 gr/ton (MAC – 50 gr/ton) that is 4 times the allowable one; the content of cobalt reaches 71 gr/ton (MAC – 250 gr/ton). The allowable content of copper ranges within 150-200 gr/ton and the content of copper in bottom sediments of lake Pyasino averages 234 gr/ton that is within the standard, but the southwest part of the lake is characterized by the increased concentration – 494 gr/ton. Manganese and iron are within MAC.

Современная экологическая ситуация в пойме р.Пясина и оз.Пясино вызывает серьезные опасения. Расположенные в районе объекты горно-рудной и перерабатывающей промышленности сбрасывают значительные количества различных отходов. По данным проведенных ранее исследований в результате деятельности НГМК было накоплено более 400 млн т промышленных отходов. Ежегодно образуется и складируется более 1000 т токсичных веществ, в состав которых входит свыше 50 различных соединений. При этом потоки антропогенных веществ существенно отличаются по составу и концентрации входящих в них компонентов от природных. Эффект воздействия загрязнения на состояние окружающей среды не изучен.

Озеро Пясино является первым транзитным бассейном седиментации, который собирает загрязненные стоки целого ряда рек и ручьев. В связи с этим роль оз.Пясино

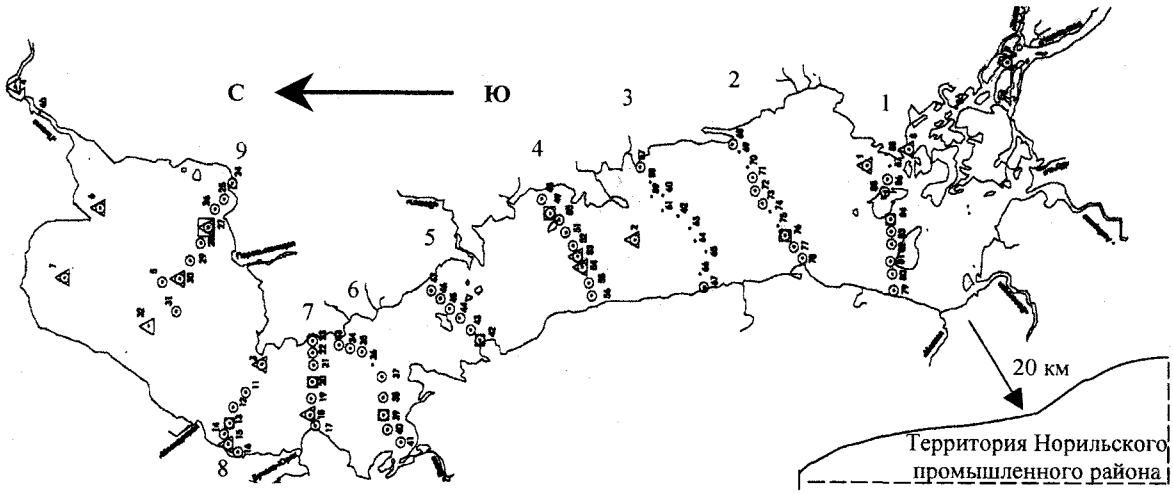


Рис.1. Схема оз.Пясино с расположением профилей 1-9 и точек пробоотбора 1-88
○ – донный осадок; □ – проба на нефтепродукты; △ – проба воды

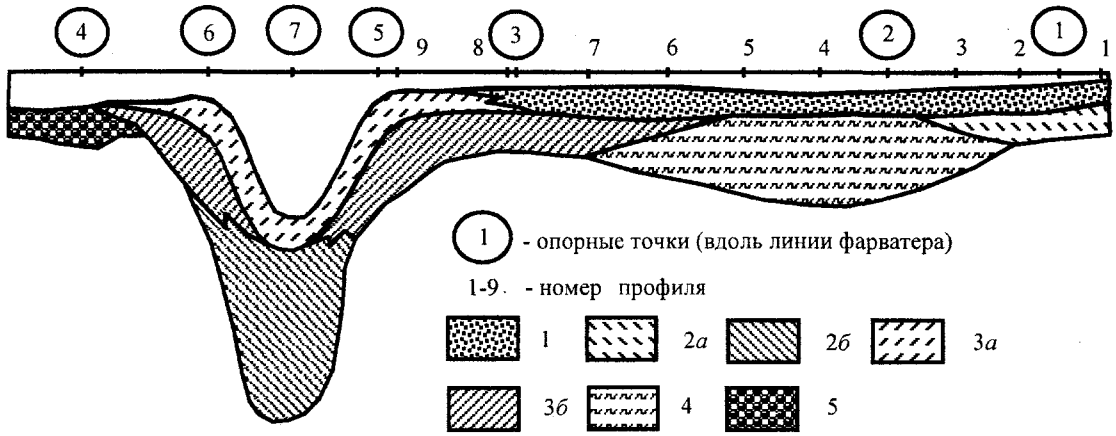


Рис.2. Продольный разрез оз.Пясино
1 – песок мелко-грубозернистый граувакковый; 2 – «коричневые илы», *а* – обводненные и *б* – плотные; 3 – «серые илы», *а* – обводненные и *б* – плотные; 4 – бентонитовые глины; 5 – валунно-галечные грунты

в формировании экологической обстановки в регионе очень высока. Изучение современных донных отложений озера может дать существенную информацию о характере стоков, их источниках и направленности геоэкологических процессов.

Изучение донных осадков, придонных и седиментационных вод, тем более регулярное, часто дает информацию, которую невозможно получить при анализе лишь водной толщи. Например, регистрация кратковременных нерегулярных выбросов загрязнителей затруднена, так как в воде происходит быстрое разбавление и вынос компонентов выброса. В тоже время в донных осадках наблюдается накопление и сохранение полютантов, что позволяет зафиксировать наличие выброса длительное время, а в ряде случаев и установить вероятный источник загрязнения. Таким образом, контроль за состоянием донных отложений, придонных и иловых вод, как за наиболее устойчивыми и полными индикаторами экологической обстановки, является важным направлением геоэкологических работ.

В 2000 г. были начаты работы по объекту «Геоэкологические исследования водной среды и донных осадков оз.Пясино, р.Пясина и Пясинского залива».

На этом пути первым крупным геохимическим барьером осаждения элементов-загрязнителей (в первую очередь As, Pb, Cu, Zn, Ni, Co, Cr, Sr, Ag) является оз.Пясино. Его длина составляет около 5 км, а ширина варьирует от 0,6 до 1 км (рис.1).

На рис.2 показан схематический разрез донных отложений оз. Пясино, на котором хорошо видно, что большая часть поверхностных донных осадков представлена песчаным материалом преимущественно кварц-полевошпатового характера. Содержание токсикантов в поверхностном слое донного осадка, в первую очередь, зависит от его дисперсности. Известно, что сорбционная емкость глинистых осадков значительно выше, чем песчаных. Содержание в песчаном осадке органики способствует накоплению тяжелых металлов. Экспериментальные исследования показывают, что кварц и полевой шпат, в отличие от слоистых силикатов, обладают крайне низкой сорбционной емкостью независимо от размера фракции. Сорбционная емкость осадка определяется также содержанием органической составляющей и количеством гидрооксидов железа. Сорбции элементов-загрязнителей способствует также лавинное накопление тонких осадков в этом бассейне, а также деятельность микроорганизмов, существующих в биологически активных илах озера.

Современный активный слой донных отложений представляет собой достаточно сложную органоминеральную смесь различных природных веществ. Кроме того, в осадке всегда присутствуют гидрооксиды железа и органические остатки.

В целом уровень политехногенного загрязнения озера колеблется в пределах от умеренного до сильного, достигая уровня сильной загрязненности на локальных участках. При этом, если первичное загрязнение приурочено к коммунально-бытовым стокам и стокам промышленных предприятий, а также к выносам рек, то ареалы вторичного загрязнения локализуются в относительно глубоководных районах и в зонах минимальной гидродинамической активности придонных вод. В пространственном отношении зоны загрязнения локализуются, главным образом, в осадках северной и южной частей озера, где происходит смешение кислых и нейтральных вод, что приводит к осаждению из раствора целой группы микрокомпонентов, а также центральной части озера (зона, приуроченная к фарватеру). Сорбции элементов-загрязнителей способствует лавинное накопление тонких осадков в этом бассейне, а также деятельность микроорганизмов, существующих в биологически активных илах озера.

В ходе исследования установлено, что в донных осадках оз. Пясино содержание свинца достигает 70 г/т, что почти в 3,5 раза выше допустимого значения (ПДК – 20 г/т), мышьяка 47 г/т, что практически в 20 раз превышает норму (ПДК– 2 г/т). Никель характеризуется крайне высокими содержаниями, порядка 170 г/т (ПДК – 4 г/т), что ставит его на место главного элемента-загрязнителя донных осадков озера. Содержание стронция в среднем не превышает допустимого 268,7 г/т (ПДК – 350 г/т), хотя максимальная его концентрация (южная часть озера) достигает 600 г/т, что примерно в два раза больше нормы. Концентрация цинка достигает 144 г/т (ПДК – 230 г/т), содержание хрома составляет в среднем 200 г/т (ПДК – 50 г/т), что в четыре раза выше допустимого; содержание кобальта достигает 71 г/т (ПДК – 250 г/т). Предельно допустимое содержание меди колеблется в пределах 150-200 г/т, а содержание меди в донных осадках оз.Пясино в среднем составляет 234 г/т, что в пределах допустимого, но юго-западный район озера характеризуется повышенной концентрацией – 494 г/т. Марганец и железо находятся в пределах ПДК.

На картах-схемах хорошо видно, что распределение мышьяка и свинца сильно различается. Повышенные концентрации свинца наблюдаются преимущественно в северной, наиболее глубокой, части озера и зоне, приуроченной к фарватеру, но локальные участки наблюдаются также и в южной части озера, что в первую очередь связано с промышленными стоками. Высокая концентрация никеля характерна для донных осадков всей площади озера, но максимальные

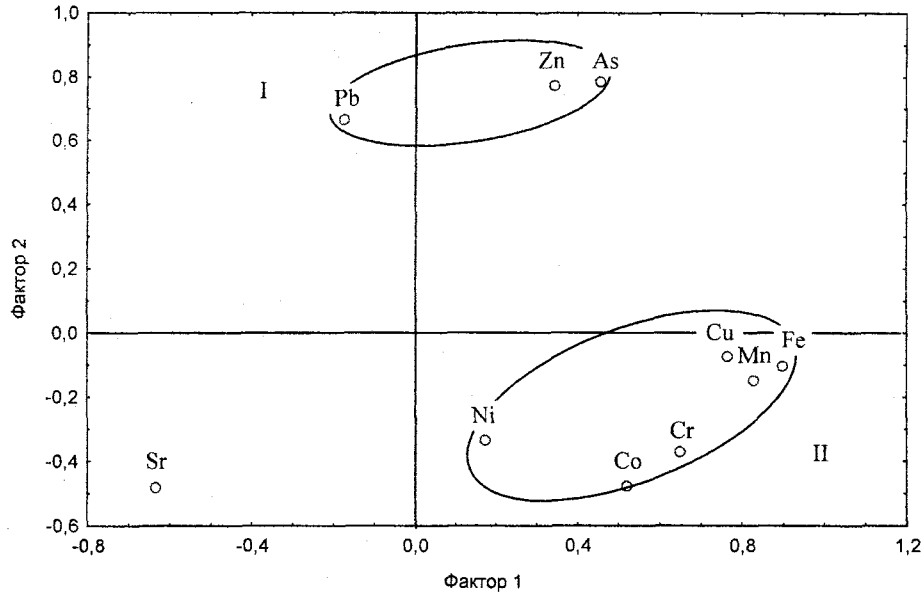


Рис.3. Диаграмма факторных нагрузок элементов

нагрузки характерны для юго-западной части озера, прилегающей к Норильскому промышленному району. Стронций и цинк характеризуются повышенной концентрацией только в южной и северной частях озера. Повышенная концентрация хрома, как и никеля, наблюдается в донных осадках юго-западного района озера, но в отличие от никеля, хром накапливается и в северной части озера. Схемы распределения меди и кобальта очень похожи, не исключено, что это свидетельствует об их общем источнике поступления в донные осадки озера.

Результаты рентгеноспектрального флуоресцентного анализа донных осадков были обработаны методом главных компонент факторного анализа (рис.3).

Из рис.3 видно, что пробы группы I представлены ассоциацией халькофильных элементов, а ассоциация группы II представлена сидерофильными элементами, за исключением меди, которая в нашем случае находится в тесной ассоциации с железом.

Фактор II, в структуру которого вошли пробы группы II, по-видимому, и отражает техногенную составляющую донных осадков. Стронций, который не вошел ни в одну из групп, по-видимому, отражает природную составляющую донных осадков.

Следующий геохимический барьер, наиболее крупный, следует ожидать на границе смешения пресных и морских вод – в Пясинском заливе. Учитывая массы сточных выбросов комбината и длительность воздействия (более 60 лет), можно предположить наличие здесь существенного накопления металлов. Кроме того, представляется немаловажным оценить степень техногенного заражения на глубину.

Собственно в русле р.Пясина накопление тяжелых металлов возможно лишь на локальных участках ввиду ограниченной седиментации тонкого аллювия и отсутствия крупных геохимических барьеров.

Научный руководитель профессор, д.г.-м.н. *В.В.Гавриленко*