

УДК 556.557

Современное осадкоформирование в глубоководной зоне камских водохранилищ

Н.Н. Назаров, Е.А. Меньшикова

Пермский государственный университет

Введение

Актуальность исследования процессов современного седиментогенеза в водохранилищах определяется, прежде всего, экологической ролью донных отложений, качественный состав которых является важнейшим фактором стабильного состояния окружающей среды и определяет величину депонирования загрязняющих веществ в водной массе и биоте. Изучение особенностей дифференциации состава донных отложений в пространстве и времени позволяет получить данные об истории осадконакопления, количестве и динамике химических элементов в наносах, прогнозировать экологическое состояние водоемов. Современный состав и количество природно-техногенных осадков, скопившихся в ложах камских водохранилищ является, малоизученной проблемой.

Материал и методика

Отбор проб для изучения гранулометрического, микроэлементного и минералогического состава донных отложений производился в 2005 г. в глубоководной зоне среднего и нижнего участков Камского и Воткинского водохранилищ, характеризующихся постоянным подпором в течение всего года. Местоположение поперечных профилей, по которым отбирались пробы, выбиралось на принципах наиболее полной характеристики процесса накопления илов в условиях сложного микрорельефа ложа водоема. Опробования производились на всех крупных геоморфологических элементах затопленного днища речной долины (надпойменных террасах, пойме, русле).

Пробы отбирались трубчатым пробоотборником гравитационного типа длиной 1 м, позволяющим получать керны донных грунтов с ненарушенной структурой. В половине четырех десятков колонок донных грунтов присутствовали первичные грунты, слагавшие почвы долины р. Камы до создания водохранилищ (до 50-х гг. прошлого столетия).

Анализ проб алеврито-глинистого материала на содержание металлов и микроэлементов проводился стандартным атомно-эмиссионным методом на ДФС-1. Изучение минерального состава алевритового материала было проведено с применением бинокулярного микроскопа методом количественного минералогического анализа (дорожка из 500 зерен). Минеральный состав глинистой фракции исследован методом синхронного

термического анализа на приборе STA 409 PC Luxx, который сочетает одновременное использование методов ДСК-калориметрии и термогравиметрии. Отдельные пробы для уточнения интерпретации полученных термических эффектов исследованы с помощью рентгенофазового анализа по стандартной методике для глин на дифрактометре ДРОН-2.

Илонакопление

Исследования показали, что мощность иловых отложений в старом русле практически везде превышает высоту пробоотборника. В пределах затопленной поймы и первой надпойменной террасы толщина слоя илов отличалась большой вариабельностью и чутко реагировала на характер рельефа и глубину водоема. В озерных и старичных переуглублениях поймы мощность илов практически не отличалась от аналогичных показателей, зафиксированных в русле – была максимальной. В междюнных понижениях первой надпойменной террасы толщина слоя донных отложений характеризовалась значениями от нескольких десятков сантиметров до 1 м, а на вершинных поверхностях положительных микроформ – первыми десятками сантиметров. Установлено, что кроме особенностей подводного рельефа, на мощность илов оказывают влияние гидрологические условия – не зафиксировано ни одного участка ложа водоемов (исключая заливы), где бы накопление наносов было зафиксировано на глубинах менее 5–6 м.

Средняя скорость осадконакопления, установленная для условий русла и понижений в рельефе поймы, за весь период функционирования водоемов составила 1,5–1,8 см/год.

Гранулометрический состав донных отложений

Установлено, что для всех проб иловых отложений характерна двухвершинная диаграмма содержания фракций образующих их частиц. Наибольшая доля приходится на фракции, представленные частицами диаметром 0,05–0,01 мм и менее 0,001 мм. Наличие на диаграммах двух вершин свидетельствует о значительной неоднородности гранулометрического состава, что подтверждается высокими значениями коэффициентов сортировки (5,7–6,2). Плохая сортированность донных отложений в целом характерна и для некоторых других крупных водоемов Восточной Европы [1]. Причиной столь высокой степени неоднородности донных отложений являются постоянные изменения условий седиментации взвешенного вещества, спровоцированные внутригодовыми колебаниями уровней водохранилищ.

Для каждого отдельно взятого участка камских водохранилищ главным источником донных отложений являются взвешенные наносы, образовавшиеся в результате переработки берегов выше по течению. Из верхних районов водохранилищ в нижние со стоковыми течениями поступают тонкодисперсные частицы, которые постепенно осаждаются, смешиваясь в средней и нижней частях водоемов с местным материалом. Образующаяся в результате интенсивного размыва местных берегов

алеврито-пелитовая взвесь также переносится в глубоководную (пойменно-русловую) зону, не успевая при этом подвергнуться сколько-нибудь тщательной сортировке по крупности. Данное обстоятельство, вкуче со сравнительно быстрыми темпами илонакопления, является причиной крайне слабой сортировки донных отложений в пределах наиболее глубоких и широких участков водохранилищ.

Микроэлементный состав донных отложений

Сравнительный анализ содержания микроэлементов в пробах донных отложений с кларками осадочных пород указывает на развитие процессов концентрации микроэлементов в отложениях Воткинского водохранилища – кларк концентрации (КК) большинства исследуемых микроэлементов превышает 1. Наибольшие концентрации характерны для Bi, Sb, Ag, Mn и Ba (КК 52,8–8,0). В меньшей степени донные отложения обогащены Cr, Zn, V, Cu, Y, Yb, Zr, Pb, Be и Co (КК 3,2–1,4). Средние содержания Ni и Nb равны кларкам, остальные металлы рассеиваются.

Основными путями аккумуляции тяжелых металлов в донных отложениях Воткинского водохранилища являются седиментация в адсорбированном виде на гидроксидах марганца и глинистых частицах, а также в составе кристаллической решетки глинистых минералов. Содержание тяжелых металлов обусловлено, главным образом, степенью дисперсности осадков. Полученные данные свидетельствуют о том, что первичные грунты, как правило, характеризуются меньшим содержанием тяжелых металлов, чем перекрывающие их отложения, а характер их вертикального распределения в ложах водоемов довольно изменчив.

Оценка экологического состояния донных отложений Воткинского водохранилища, осуществленная по методике экологической оценки качества пресноводных экосистем Северной Америки [2], показала, что потенциально неблагоприятные последствия для биоты водоемов могут быть связаны с высокими концентрациями As, Cr, Ni и Cu [3].

Минеральный состав донных отложений

Анализ минерального состава алевритового материала показал преобладание в них кварца, обломков пород, минералов группы эпидота, полевых шпатов, магнетита, гематита, гидрогетита, ставролита, гранатов. В целом минеральный состав наносов формируется за счет размыва верхнепермских пород. В современных условиях к разнообразным факторам, определяющим генезис и минеральный состав природных осадков, добавилась и техногенная деятельность человека. С техногенным влиянием связано присутствие в них частиц угля, уплощенных частиц стекла. Интересным образованием являются агрегаты глинистого вещества с включениями из тончайших частиц полиэтилена. Данные образования встречены впервые и ранее не фиксировались в составе аллювиальных

осадков рек на территориях крупных промышленных центров Уральского региона. Содержание техногенного материала в составе исследованных проб незначительно – менее 0,1 % (рис. 1).

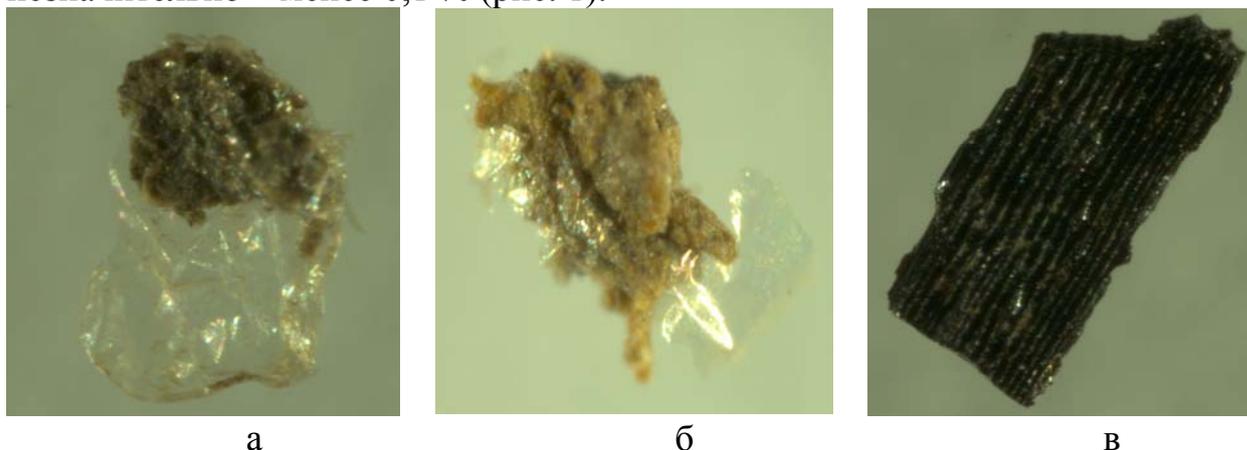


Рис.1. Техногенный материал в составе донных отложений глубоководной зоны камских водохранилищ: а, б – агрегаты глинистого вещества с полиэтиленом; в – уголь. Увеличение 50 раз

Согласно данным термического анализа глинистая фракция донных отложений, выделенная отмучиванием (промывание в воде), характеризуется сложным составом. Расшифровку полученных термограмм затрудняет присутствие в составе исследованных проб значительного количества органических и минеральных коллоидов. На всех термограммах (рис. 2) присутствует эндотермический эффект с максимумом при 100-120 °С, который имеет несимметричную форму и переходит в экзотермический эффект с максимумом в интервале 300-400 °С. Первый эффект связан с процессом дегидратации – удалением гигроскопической воды и кристаллизационной воды.

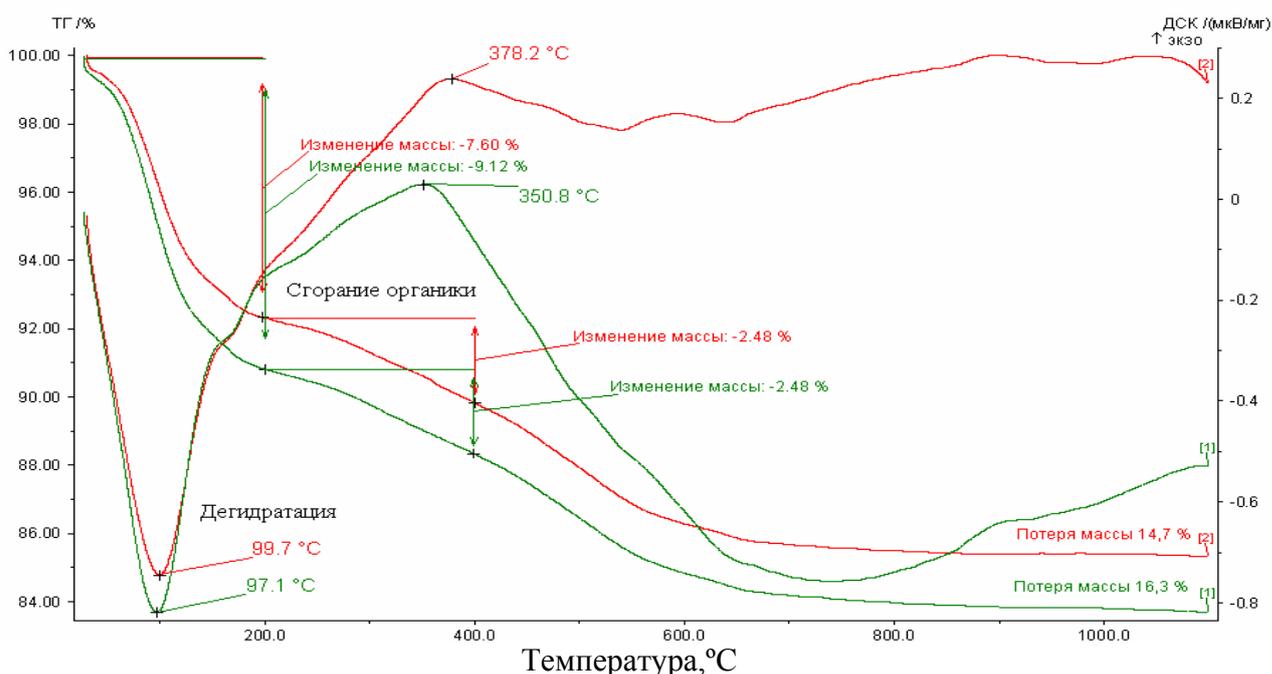


Рис. 2. Термограммы донных отложений Воткинского водохранилища в районе пос. Бабка. Пробы русловой фации, глубина горизонта опробования 0-35 см (зеленые кривые); 35-90 см (красные кривые)

Второй эффект обусловлен сгоранием органических веществ, т.к. полностью нивелируется после обработки образцов перекисью водорода. Отмечены также эндотермический эффект при 650-680 °С, экзотермический – при 1050 °С, которые выражены значительно слабее, для ряда проб отсутствуют. Потеря массы образцов при нагревании составляет 14-23 %. Основная потеря массы связана с удалением гигроскопической и кристаллизационной воды (в пределах 4-15 %) и органического вещества (в пределах 3-7 %, а для пойменных осадков и устьевых участков малых рек до 15 %).

Полученные термограммы донных отложений Камского и Воткинского водохранилищ достаточно однотипны, что свидетельствует в пользу близкого минерального состава анализируемого вещества. Согласно данным термического анализа в составе глинистой фракции исследованных проб преобладают минералы группы монтмориллонита. Данные рентгенофазового анализа показали, что в составе исследованных проб доминирует плохо окристаллизованный тонкодисперсный монтмориллонит с незначительной примесью хлорита. В донных отложениях Воткинского водохранилища, кроме того, присутствуют гидрослюды.

Анализ термических кривых образцов в пределах одной колонки, но с разной глубины позволил выявить общую закономерность изменения физических свойств донных отложений с глубиной. Меньшая потеря массы при нагревании, более четко выраженные термические эффекты характерны для образцов, отобранных с большей глубины, что свидетельствует о более уплотненном и окристаллизованном состоянии вещества.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 06-05-64213, 07-05-96044).

Библиографический список

1. *Денисова А.И.* Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды / А.И. Денисова, Е.П. Нахшина, А.К. Рябов. Киев: Наукова думка, 1987. 164 с.

2. *MacDonald D.D.* Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems / D.D. MacDonald, C.G. Ingersoll, T.A. Berger // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2000. Vol. 39. P. 20–31.

3. *Nazarov N.N.* Siltation rates and trace elements in bottom sediment of Воткинское reservoir / N.N. Nazarov, A.V. Suntsov // Effects of River Sediments and Channel Processes on Social, Economic and Environmental Safety: proceedings of the tenth international symposium on river sedimentation. M., 2007. Vol. V. P. 230–237.

