

© 2014 г. Н.Н. НАЗАРОВ, А.В. ЧЕРЕПАНОВ

**АККУМУЛЯТИВНЫЕ ФОРМЫ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СОСТАВА
НАНОСОВ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА¹***Пермский государственный национальный исследовательский университет;
nazarov@psu.ru***Введение**

Одним из вопросов, от решения которого зависит эффективность противодействия абразионному размыву берегов водохранилищ, является поиск возможностей использования для их защиты наносов, образующихся в результате волнового воздействия и выноса в акваторию водохранилища материала постоянными и временными водотоками [1–3]. Имеющиеся на данный момент немногочисленные примеры искусственного накопления наносов при формировании защитных аккумулятивных форм (пляжей) на крупных равнинных водоемах говорят об эффективности берегозащитных сооружений подобного типа и заставляют более внимательно взглянуть на процессы морфогенеза, протекающие на прибрежных отмелях. Как показывает анализ результатов проведенных исследований, наименьшей изученностью отличаются вопросы, связанные с “вторичными” источниками формирования наносов – аккумулятивными телами, являющимися промежуточным звеном между участками берегов, с которых поступают наносы, и местом их искусственной аккумуляции.

Важная роль в познании закономерностей формирования рассматриваемых аккумулятивных тел принадлежит решению вопросов о местоположении основных источников их питания наносами. Отсутствие достаточной изученности данного вопроса и необходимой исследовательской базы не позволяет пока эффективно использовать уже имеющиеся знания для организации и строительства защиты берегов от воздействия абразии, оптимизации и поддержания судовой обстановки в районе причалов и т.д.

Как показывают результаты уже проведенных исследований по распространению наносов в ложе водохранилищ [1, 4, 5], определение их минералогического и гранулометрического составов может пролить свет и на местоположение берегов-доноров, поставляющих исходный материал. Данное обстоятельство позволяет с некоторым оптимизмом оценить возможности анализа вещественного состава береговых отложений при проведении исследований самой различной направленности – от инженерно-геологического сопровождения проектировочных работ по организации берегозащиты до выявления современных аккумулятивных тел определенного фракционного или минерального состава. В качестве научной базы для успешной реализации такого подхода для Камского водохранилища необходимо отметить наличие достаточно высокого уровня изученности проблем формирования минерального состава терригенных отложений и его эволюции в течение палеозоя и мезокайнозоя [6–10].

Район и методика исследований

Комплексное изучение аккумулятивных тел и источников их формирования проводилось в центральной части Камского водохранилища в 2009–2012 гг. на тринадцатикилометровом участке берега, который уже в течение полутора десятков лет является опорным в изучении экзогенных геодинамических процессов [11]. Северная граница участка – с. Слудка (устье Обвинского залива), южная граница – левобережный мыс залива р. Гаревая (рис. 1). В плане этот участок берега представляет собой большую дугу – практически

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-05-00735).

автономную геоморфологическую систему, состоящую из нескольких более мелких вогнутостей различной степени выраженности.

Начиная с северного мыса в южном направлении на протяжении 2 км в абразионном уступе высотой около 20 м обнажаются отложения третьей надпойменной террасы р. Камы. В нижней части уступа залегает трехметровый слой аллювия, состоящего из мелких кварцевых песков и алевритов, которые подстилаются русловой фацией песчано-гравийного состава. Верхнюю часть разреза составляют делювиально-солифлюкционные и делювиальные суглинки. Далее к югу береговую линию образует абразионный уступ цокольной террасы, в основании которого обнажаются переслаивающиеся пермские песчаники, алевролиты, аргиллиты. Против центральной части большой дуги на удалении примерно в 1 км

расположен остров Туренец, прикрывающий берег от ветров восточной составляющей. Самая южная часть участка исследований – это высокий коренной берег, где в уступе обнажаются породы верхней перми. Почти вертикальные стенки переслаивающихся песчаников, алевролитов и аргиллитов чередуются со ступенчатыми абразионно-оползевыми склонами.

Как показывает анализ лоцманских карт, разгон ветра С, СВ и ЮВ румбов (более 20 км) и достаточно большие глубины в прилегающей к участку части акватории благоприятствуют формированию здесь волнения значительной силы [12].

С целью определения источников и состава наносов, условий и путей их транзита на всем протяжении участка большой дуги производился отбор и изучение материала. Пробы отбирались в период временной осушки отмели в апреле–мае и/или сентябре–октябре с “летней” линии уреза (подножья абразионного уступа), а также из аккумулятивных тел в ее средней и внешней части на удалении в десятки и сотни метров от берега. Изучались наносы, образующие как постоянные, так и временные формы. Отбор материала осуществлялся строго с поверхности аккумулятивных образований. Гранулометрический анализ проводился с использованием ареометрического метода [13]. Минералогический состав фракции 0.25–0.01 мм определялся по результатам микроскопического исследования [14].

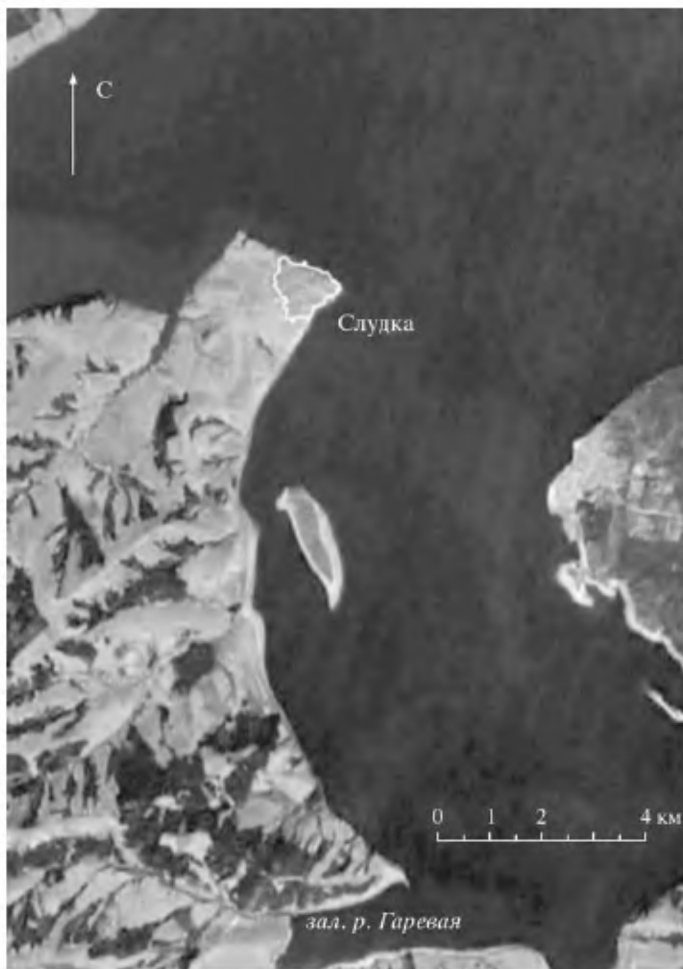


Рис. 1. Исследуемый участок

Расположение, видовой состав и параметры аккумулятивных форм

По особенностям морфологии, пространственно-временной устойчивости и направленности развития аккумулятивные формы, закартированные в пределах большой дуги, образуют две группы. Первую представляют относительно *устойчивые* во времени образования: пляжи, береговые и подводные прислоненные террасы, устьевые пересыпи заливов, косы, а также скопления рыхлого материала в заливах и перед искусственными или естественными препятствиями на пути движения наносов. В долгосрочной перспективе морфолого-морфометрические изменения данных форм обычно направлены на расширение их площади и/или увеличение высоты. Менее прогнозируемы в отношении развития неширокие и обычно короткие пляжи в вершинах береговых дуг. После сильных штормов некоторые из них иногда теряют до половины своего первоначального объема.

Как показали исследования, расположение аккумулятивных тел и состав образующих их наносов характеризуется дифференцированностью в полном соответствии с имеющимися геолого-геоморфологическими и гидрологическими условиями (рис. 2).

Значительные по своей длине и объему пересыпи зафиксированы в устьевых частях двух бывших заливов в южной части участка исследований. Образованные долинами небольших рек заливы в настоящее время практически полностью потеряли гидрологическую связь с водоемом. Один из них сейчас представляет собой болото, отделенное от водоема пересыпью, тело которой объемом более 2000 м³ сложено щебнем и дрсевой коренных пород – материалом, образовавшимся в результате разрушения песчано-аргиллито-алевритовых абразионных уступов, примыкающих к бывшему заливу. Второй залив в настоящее время полностью заполнен наносами с прилегающих водоразделов и склонов долины. Пересыпь с объемом наносов более 8000 м³ сложена песчано-гравийным материалом с примесью аргиллито-алевритовой крошки и слабоокатанных обломков песчаника.

Еще более грандиозное скопление наносов сформировалось на мысе залива р. Гаревая (южная оконечность большой дуги). В дистальной части косы ее высота составляет 5 м, а ширина – 25 м. При длине аккумуля-

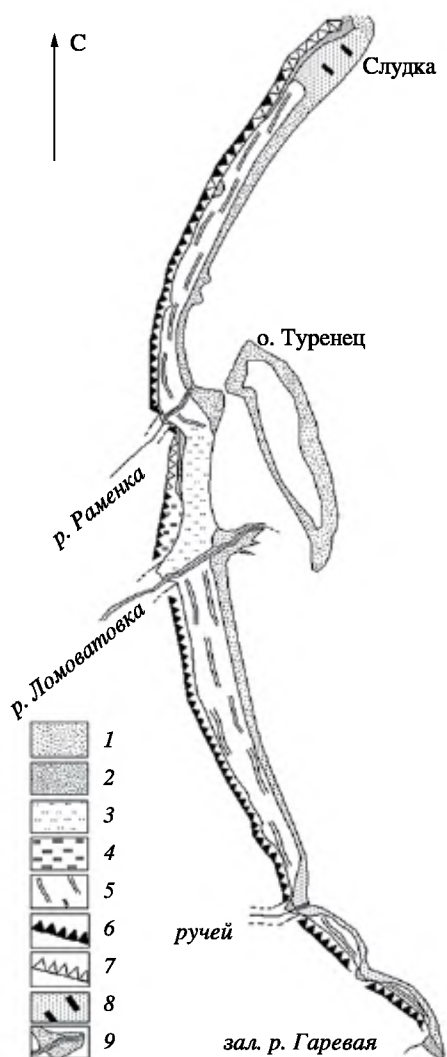


Рис. 2. Карта-схема расположения аккумулятивных форм на прибрежной отмели

Аккумулятивные формы: 1 – подводные (песчаная прислоненная и приостровная террасы), 2 – надводные (песчано-галечные пляжи, пересыпи и береговые террасы, коса из переслаивающегося песка, гравия, дресвы), 3 – затопленная надпойменная терраса, 4 – скопления глинисто-алевритового состава (оплывные шлейфы) с высшей водной и кустарниковой растительностью; 5 – абразионная часть береговой отмели с временными аккумулятивными формами (валами, валиками, конусами выноса); *клифы:* 6 – активный, 7 – отмерший; 8 – остовы замкнутых барж; 9 – русла водотоков

лятивного тела более 150 м объем скопившихся наносов в настоящее время превышает 12 000 м³. Коса сложена переслаивающимися аргиллито-алевритовой дресвой, крупнозернистым песком, обломками песчаника, галькой и даже валунами уральских пород. Слабонаклонное подножье косы в ее средней и проксимальной частях представлено довольно мощной толщей песков, изъятых из аккумулятивного тела в результате волнового перемива наносов с последующим их смещением вниз по подводному склону.

Одним из наиболее эффективных катализаторов аккумулятивного процесса в акватории водохранилищ является рисунок береговой линии. Любое появление выпуклостей или вогнутостей берега сопровождается накоплением наносов. Обычно активное формирование аккумулятивных тел наблюдается в районе концевых мысов береговых дуг. Концентрация и осаждение наносов происходят вследствие отклонения (отрыва) наносонесущего потока от берега, увеличения глубин, дивергенции вдольбереговых струй течения и, как результат, замедления скорости движения влекомого материала. В центре большой дуги в районе северной границы зоны заостровной волновой “тени” при огибании вдольбереговым потоком мыса сформировалась терраса площадью около 6000 м² и объемом более 9000 м³. Ее тыловая часть, примыкающая к отмершему клифу, в настоящее время уже заросла лесом, но на всем протяжении ее внешней части и в настоящее время продолжается активное накопление песка и мелкого гравия.

Как показали визуальное весеннее обследование береговой отмели в центральной части большой дуги, а также дешифрирование “зимнего” космоснимка, на котором обсохший лед четко “отрисовал” донный рельеф, данный участок подводного склона формируется по типу двухвершинной перемы между берегом и островом на месте древних конусов выноса из долин небольших притоков Камы. В настоящее время обе ее вершины растут за счет аккумуляции вдольбереговых наносов и поступления материала, выносимого водотоками. В ближайшем будущем может произойти соединение северной вершины перемы с активно растущей в южном направлении аккумулятивной террасой у северной оконечности острова.

Описание группы относительно устойчивых аккумулятивных тел завершает подводная прислоненная терраса. Обычно образование подобных форм берегового склона связывают с поперечным перемещением наносов, поступивших с противоположащего участка берега. Однако, как показали наблюдения за распространением таких форм, довольно часто они сложены материалом, по гранулометрическому составу и минералогии не соответствующим породам местных берегов, но близким к отложениям, слагающим берега смежных участков (механизм питания прислоненной террасы будет рассмотрен ниже). Часто при малопродуктивных в части образования наносов коренных берегах на внешней окраине слабопологого дна присутствует подводная песчаная терраса.

Вторая группа аккумулятивных форм включает в себя *временные*, пространственно неустойчивые аккумулятивные тела, периодически образующиеся в абразионной части отмели. К таковым относятся штормовые валы и валики, ежегодно, часто целыми сериями появляющиеся в период осеннего снижения уровней, а также шлейфы и конусы выноса материала, формирующегося на отмели в ранневесенний период после активного оплывания береговых уступов или вследствие разгрузки наносов крупными временными водотоками [15].

Режимные наблюдения за динамикой аккумулятивных тел второй группы показали, что процесс их зарождения, развития и разрушения происходит при разных уровнях водной поверхности водоема. Если время формирования устойчивых аккумулятивных тел приходится в основном на период максимальных (летних) уровней, то образование и продольный рост штормовых валов (валиков) происходит при низких (осенних) отметках уровня. Формируются они из наносов, поступивших ранее на прибрежную отмель из зоны “летнего” уреза. В продольный перенос вовлекаются отложения, состоящие преимущественно из уже перемитых мелко- и среднезернистых песков и алевритов (гравий, галька и валуны остаются в прибрежной полосе). На подобных участках подводного берегового склона весь материал из прибойной полосы отмели, ширина которой достигает 20–30 м, собирается в зоне нового уреза, образуя условия для питания штормового вала. При косом подходе волн его формирующееся тело



Рис. 3. Окончание шторма привело к прекращению роста штормового вала

в результате постоянной подпитки наносами начинает продвигаться (расти) своей головной частью. Продвигаясь вдоль сформировавшегося на данный момент нового (осеннего) уреза, “голова” вала может пересекать участки с полным отсутствием донного питания. Масса материала, перемещаемого через створ зоны уреза и полосы наката волн, за один час может достигать нескольких сотен килограмм [16]. В зависимости от местных гидролого-геоморфологических условий, продолжительности, силы и частоты штормов вал может или

остановить свой рост, сохранив при этом четко выраженную в рельефе “головную” часть (рис. 3), или продолжить его и стать донором аккумулятивного тела другого вида (береговой или подводной террасы, косы). Полное или частичное (в зависимости от уровня режима и активности волновой деятельности) разрушение штормовых валов и валиков обычно происходит уже в следующем году при весеннем наполнении водоема до НПУ и окончательно на стадии нового летне-осеннего понижения уровней.

Состав наносов и местоположение участков питания аккумулятивных форм

С целью определения главных источников наносов, формирующих аккумулятивные тела в пределах большой дуги, первоначально было проведено изучение минералогического состава отложений берегов. Как было установлено, состав минералов в пермских породах на всем протяжении берега сравнительно однороден. Алевролиты и песчаники содержат в основном кварц, кремнь, кальцит и в небольшом количестве эпидот. Цемент пород глинистый или карбонатно-глинистый, пропитанный окислами железа. Средний размер зерен 0.3–0.5 мм. Аргиллит представлен в основном сильно железненой кальцитизированной глиной.

Субаэральная свита третьей надпойменной террасы сформирована делювиальными и делювиально-солифлюкционными суглинками (в верхней части разреза лёссовидными). В минералогическом отношении состав отложений близок составу коренных пород. По гранулометрии они относительно однородны. Основной объем приходится на три фракции: 0.25–0.10 мм (21.8–64.8%), 0.10–0.05 мм (11.6–34.8%) и 0.05–0.01 мм (13.6–28.6%), на все остальные приходится не более 9%.

Наибольшей информативностью при изучении вещественного состава и определении местоположения источников наносов, формирующих аккумулятивные тела, обладают сведения о концентрации минералов в аллювиальных отложениях. Известно, что аллювий Среднего Прикамья – продукт разрушения разных пород: местных верхнепермских и палеозойских с Западного Урала, мезозойских и четвертичных (ледниковых) с верхней Камы и Урало-Тимана. От плиоцена к голоцену в минеральном составе тяжелой фракции аллювия наблюдается увеличение содержания граната, ставролита, ильменита и, напротив, уменьшается доля эпидота. В то же время, по своему составу четвертичные отложения Камы близки юрским пескам, а изменение состава аллювия

разного возраста проявляется наиболее отчетливо при учете суммы устойчивых минералов [8, 17]. Увеличение в аллювии доли лейкоксена, турмалина и ставролита, являющихся типичными представителями юрских отложений, многие исследователи связывают со значительным по своим масштабам для территории Пермского Прикамья изменением конфигурации речной сети на границе раннего и среднего плейстоцена, когда произошел прорыв нового русла Пра-Камы в районе с. Бондюг [6, 18, 19]. Река, имевшая в раннем плейстоцене меридиональное (вдоль Урала) положение, приобрела современный вид, а исток и притоки новой верхней Камы в настоящее время располагаются значительно западнее, в полосе распространения мезозойских отложений.

Установлено, что для межледникового аллювия характерно повышенное содержание устойчивых минералов: кварца, ильменита, при сокращении доли неустойчивых: эпидота, амфиболов, полевых шпатов и др. Обратное соотношение наблюдается в ледниковых осадках [20]. Отмечается также, что при каждом новом цикле перемыва – переотложения наносов – происходила обработка зерен, поэтому их окатанность максимальна в наиболее молодых отложениях [21].

Пойменная фация третьей надпойменной террасы, формирование которой происходило в перигляциальных условиях, была изучена нами в береговом уступе северной оконечности большой дуги. Она практически целиком состоит из частиц размерностью 0.25 мм и менее. Максимум объема приходится на фракцию 0.05–0.01 мм. В составе аллювия преобладает неокатанный кварц (более 90%), от 1 до 4% приходится на кремнь, слюду и минералы группы эпидота.

Полевое изучение строения аллювиальной толщи, как потенциального источника наносов, позволило установить, что под песками и алевритами, относящимися к верхней перигляциальной свите и залегающими в нижней части берегового уступа, располагаются песчано-галечниковые отложения – верхняя часть гумидной свиты. В условиях формирования абразионной срезки берегов при максимальных уровнях водоема их кровля практически на всем протяжении выхода террасового комплекса находится ниже НПУ. Тем не менее размыв песчано-галечниковой толщи, осуществляемый на подводном склоне при низких (осенних) уровнях, приводит к накоплению данного материала в виде пляжевых отложений и временных “присыпок” вдоль линии уреза.

Изучение наносов прибрежной отмели показало, что содержание фракций и минералов в них крайне изменчиво как в пространстве, так и во времени. Максимальные значения содержания кварца (60–80%) зафиксированы в пробах песка (фракция 0.25–0.01 мм) из северной части дуги, где преобладают берега, сложенные четвертичными отложениями. В южной части большой дуги берег на значительном протяжении представлен в основном алевритами и песчаниками поздней перми. Доля кварца в них обычно не превышает 20–35%, а доминируют кремнь и гидроксиды железа, составляющие в сумме 60–80% от всего объема проб.

В малом количестве и не во всех пробах обнаружены минералы группы эпидота, фосфаты и пироксены, а также ставролит, лейкоксен, турмалин и некоторые другие.

Изменения концентраций наиболее информативных минералов на всем протяжении береговой отмели большой дуги представлены на графиках (рис. 4). По оси абсцисс в километрах указано расстояние точки отбора пробы от мыса залива р. Гаревая (начало отсчета), а по оси ординат – содержание минералов (%). Комбинации минералов подбирались в соответствии с уровнем их концентраций в пробах. Первую группу составили кварц, кремнь, гидроксиды железа и минералы группы эпидота, содержание которых достигает 20–95%. Вторая группа включала в себя турмалин, ставролит, лейкоксен, хромит и минералы группы пироксенов, концентрации которых в пробах не превышают 3%.

На графиках видно, что в пределах береговой отмели большой дуги намечилось формирование двух довольно четко выраженных участков, различающихся по содержанию минералов определенных групп. С южного мыса (0 км) по 5-й км в наносах практически отсутствуют турмалин, ильменит, ставролит. “Всплески” концентраций этих минералов обнаруживаются лишь на отрезке 8–13 км. На севере в составе

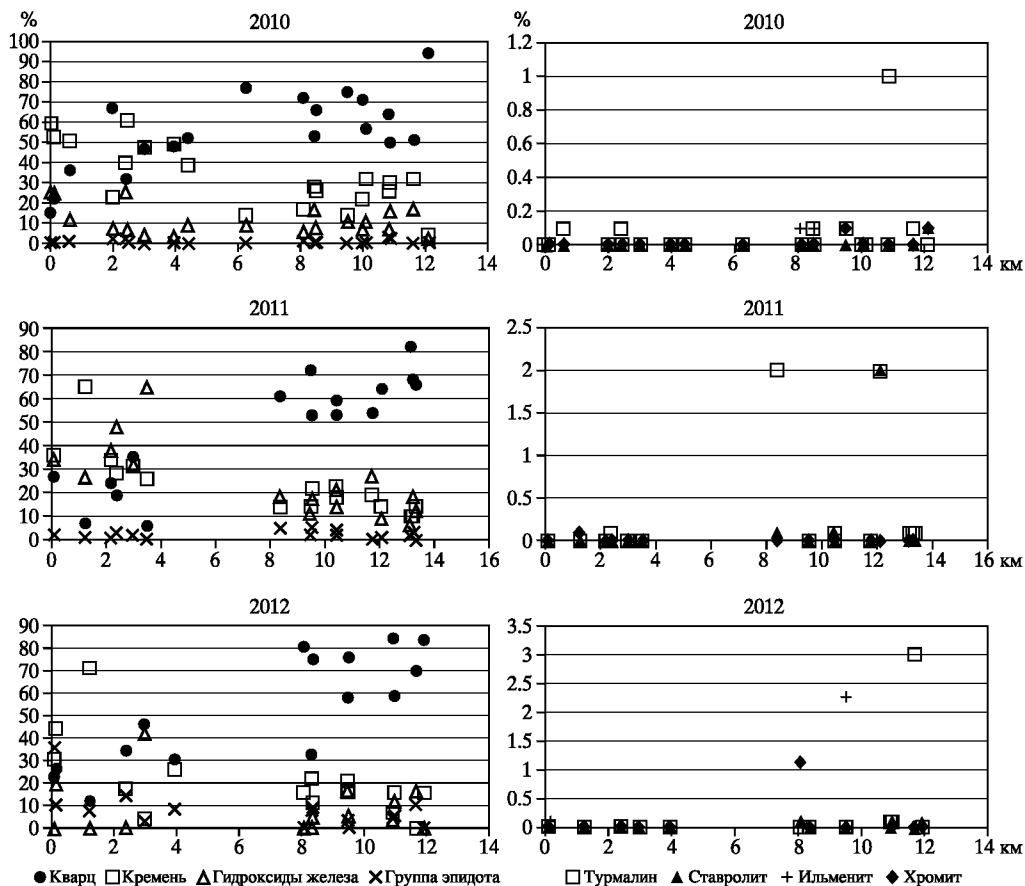


Рис. 4. Концентрации минералов в наносах на участке мыс р. Гаревая (0 км) – с. Слудка

наносов наблюдаются и самые высокие содержания кварца и наименьшие кремня и гидроксидов железа. На основании данных фактов можно утверждать, что в районе 5–7 км проходит граница между двумя участками с разным минералогическим составом наносов. Для северного участка кроме типичных юрских минералов характерно преобладание кварца, причем в основном окатанного и полукатанного. В пробах южного участка, напротив, наибольшими концентрациями отличаются кремь, гидроксиды железа, а кварц здесь представлен в основном неокатанными зернами. Подобная пространственная дифференциация ведущих минералов и морфология зерен кварца позволяет предположить, что для северного участка главным источником питания аккумулятивных тел служит русловая фация аллювия. Причем захват и транспортировка песка и гравия в южном направлении происходит как при высоких (практически из подножья берегового уступа), так и при низких (с поверхности ровного дна отмели) уровнях воды. Подчиненное значение в формировании наносов здесь играют коренные (пермские) и делювиальные отложения, т.к. из-за их высокой глинистости значительная часть объема обрушившейся породы выносится в глубоководную часть акватории водоема в виде взвеси [22]. В южной части большой дуги образование наносов пространственно не локализовано и происходит на всем протяжении береговой линии. В процесс переноса вовлекаются частицы песчаной фракции, дресва и щебень, отмытые из коренных отложений, а также фракции песка и алеврита из обвального материала делювиальных толщ.

Выводы

1. В прибрежной зоне Камского водохранилища по истечении шестидесяти лет после его заполнения сформировались аккумулятивные тела значительных размеров. Объем крупнейших относительно устойчивых форм (пересыпи, береговые террасы, косы) в настоящее время может превышать 12 000 м³. Еще большими объемами, значения которых на данной стадии исследования установить пока не представляется возможным, обладают подводные приклоненные террасы.

2. Образование и продольный рост штормовых валов происходит при низких (осенних) отметках уровня. В продольный перенос вовлекаются отложения, состоящие из перемытых мелко- и среднезернистых песков и алевритов с поверхности отмели. Продвигаясь вдоль берега своей вершиной, валы пересекают участки с полным отсутствием донного питания.

3. Вдольбереговая блокировка наносов, осуществляемая формирующейся переемной, предопределила образование двух изолированных минералогических зон в пределах исследуемого участка большой дуги побережья. Для северной части дуги (около 5 км) участком питания всех аккумулятивных тел является незначительный по своей протяженности фрагмент берегового склона, представленный третьей надпойменной террасой.

4. В песчано-галечных и песчаных наносах, сформированных в результате размыва аллювия, велико содержание устойчивых минералов (турмалина, ставролита, лейкоксена) и хорошо окатанного кварца.

5. Южная минералогическая зона, практически изолированная от проникновения наносов аллювиального происхождения с севера, характеризуется четко выраженным преобладанием минералов из пермских отложений. Пески и более грубые фракции исходного материала (дресва, щебень) содержат минимальный объем кварца (в основном неокатанного) при доминировании кремня и гидроксидов железа.

6. Минералогический анализ проб, полученных со всей ширины зоны осушки, а также особенности формирования постоянных и временных аккумулятивных тел показали, что для Камского водохранилища, характеризующегося значительными изменениями уровня в период активной волновой деятельности (сентябрь, октябрь, май), ведущим процессом, определяющим развитие морфолитогенеза прибрежной отмели, является вдольбереговой перенос наносов. Большая часть материала, выносимого на начальном этапе от берега в результате поперечного переноса, впоследствии при неоднократном изменении уровня водохранилища по более или менее пологой траектории также вовлекается в продольный перенос и участвует в формировании аккумулятивных тел, территориально удаленных от источника питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаров Н.Н., Тюняткин Д.Г., Фролова И.В., Черепанов А.В. Факторы и условия дифференциации наносов в береговой зоне камских водохранилищ // Геогр. вестник ПермГУ. 2011. № 4. С. 4–10.
2. Хабидов А.Ш., Леонтьев И.О., Марусин К.В. и др. Управление состоянием берегов водохранилищ. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 239 с.
3. Шуйский Ю.Д. Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 240 с.
4. Карнаухова Г.А. Минералогические особенности седиментогенеза в ангарских водохранилищах // Докл. РАН (ДАН). 2007. Т. 417. № 6. С. 828–829.
5. Карнаухова Г.А., Сквитина Т.М. Вещественный состав прибрежной системы осадконакопления в ангарских водохранилищах // Создание искусственных пляжей, островов и других сооружений в береговой зоне морей, озер и водохранилищ. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. С. 188–190.
6. Горецкий Г.И. Аллювий великих антропогенных прарек Русской равнины. Прареки Камского бассейна. М.: Наука, 1964. 416 с.

7. *Лидер В.А.* Четвертичные отложения Урала. М.: Недра, 1976. 144 с.
8. *Осовецкий Б.М.* Минералогия мезокайнозой Прикамья. Избр. тр. Пермь: Изд-во ПГУ, ПСИ, ПССГК, 2004. 292 с.
9. *Ронов А.Б., Михайловская М.С., Солодкова И.И.* Эволюция химического и минералогического состава песчаных пород // Химия земной коры. М.: Изд-во АН СССР, 1963. Т. 1. С. 201–252.
10. *Саркисян С.Г.* Петрографо-минералогические исследования верхнепермских и триасовых пестроцветных отложений Приуралья. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1949. 186 с.
11. *Назаров Н.Н., Тюняткин Д.Г., Фролова И.В., Черепанов А.В.* Геолого-геоморфологические условия накопления наносов и формирование их свойств (на примере Камского водохранилища) // Создание искусственных пляжей, островов и других сооружений в береговой зоне морей, озер и водохранилищ. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. С. 269–272.
12. *Матарзин Ю.М.* Гидрология водохранилищ. Пермь: Изд-во ПГУ, ПСИ, ПССГК, 2003. 296 с.
13. ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. Введ. 01.07.80. М.: Госкомитет СССР по делам стр-ва, 1979. 26 с.
14. Методы изучения осадочных пород / под ред. Н.М. Страхова. М: Госгеолтехиздат, 1957. Т. 1. 612 с.
15. *Назаров Н.Н.* Экзогенный морфолитогенез зоны сезонной осушки камских водохранилищ // Геоморфология. 2010. № 4. С. 72–80.
16. *Назаров Н.Н., Тюняткин Д.Г., Черепанов А.В.* Некоторые результаты изучения формирования и транзита наносов в прибрежной зоне Камского водохранилища // Совр. проблемы водохранилищ и их водосборов. Пермь: ПГУ, 2007. Т. 1. С. 163–167.
17. *Наумова О.Б.* Строение, состав и методика исследования четвертичных аллювиальных комплексов Среднего Прикамья: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Пермь: ПГУ, 1989. 20 с.
18. *Обедяева Г.В.* Формирование речных систем Русской равнины. М.: Недра, 1975. 174 с.
19. *Рябков Н.В.* Геоморфология и четвертичные отложения долины Нижней Камы и Белой // Мат-лы Всесоюз. совещ. по изуч. четвертич. периода. М.: Изд-во АН СССР, 1961. Т. II. С. 211–216.
20. *Верецагина В.С.* Стратиграфия четвертичных отложений западного склона Среднего Урала и Приуралья // Стратиграфия четвертичных (антропогенных) отложений Урала. М.: Недра, 1965. С. 106–129.
21. *Осовецкий Б.М.* К проблеме изучения эволюции минерального состава кайнозойских отложений территории Прикамья // Вестн. Перм. ун-та. Геология. 1999. Вып. 3. С. 36–54.
22. *Назаров Н.Н.* Экзогенные геологические процессы как источник формирования донных отложений Воткинского водохранилища // Гидротехническое строительство. 2002. № 10. С. 50–53.

Поступила в редакцию 19.02.2013

ACCUMULATIVE FORMS AND DIFFERENTIATION OF SEDIMENTS IN THE COASTAL ZONE OF THE KAMA RESERVOIR

N.N. NAZAROV, A.V. CHEREPANOV

Summary

Accumulative forms may be divided into two groups by their morphology, spatial-temporal stability, and the trend of development. The first group is represented by relatively steady forms: beaches, coastal terraces, inset underwater terraces, mouth bars, spits. The second group is represented by the storm swells, tails, and cones forming on the shallows in early spring after the active slumping of the coastal benches or due to discharge of sediment at the mouths of ravines and gullies. The volume of the largest steady forms (bars, spits, coastal terraces) can reach 12 000 m³. The surveyed coastal site is represented by two mineralogical zones. In northern zone a sector of coastal slope – part of the third terrace – serves as a source of sand-gravel and sandy sediments containing resistant minerals (tourmaline, staurolite, leucoxene). The southern mineralogical zone is characterized by clearly expressed prevalence of silicon and hydroxides of iron. The leading process of coastal morpholithogenesis here is longshore drift.