

© 2010 г. Н.Н. НАЗАРОВ

ЭКЗОГЕННЫЙ МОРФОЛИТОГЕНЕЗ ЗОНЫ СЕЗОННОЙ ОСУШКИ КАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ¹

Введение

Одним из наименее изученных вопросов геоморфологии котловин крупных равнинных водохранилищ является экзогенный морфолитогенез (ЭМ) прибрежных мелководий в период сезонной осушки. Здесь в основном при весенней, а в отдельные годы и при осенней сработке уровней воздействию экзогенных геоморфологических процессов (ЭГП) подвергается широкая, достигающая иногда нескольких километров вдольбереговая полоса ложа водоема. Суммарный эффект от воздействия ЭГП, развивающихся в субаэральных условиях, иногда бывает сопоставим с результатами деятельности гидрофизических процессов, “обрабатывающих” прибрежные отмели в навигационный период.

В настоящее время необходимость получения данных о современном развитии водохранилищ стала очевидной. Экологические и экономические проблемы некоторых прибрежных участков водоемов России требуют своего безотлагательного решения [1]. При этом отсутствие специальных исследований по изучению процессов “сухого” переформирования прибрежных отмелей существенно ограничивает возможности для адекватного понимания места и роли ЭГП в развитии берегов, делает практически невозможным осуществление качественного прогноза переформирования рельефа побережий.

Изученность вопроса

Как показывает анализ отечественной литературы, посвященной изучению процессов переформирования ложа водохранилищ, примеры специального изучения ЭМ зоны осушки довольно редки. Наблюдения за изменениями рельефа прибрежных мелководий, как правило, носили эпизодический характер и не охватывали всего спектра ЭГП, производящих работу в этой части водоема.

Геоморфологический эффект, производимый эрозией временных водотоков, наблюдался Л.Б. Иконниковым на Горьковском водохранилище [2]. Были установлены морфометрические характеристики промоин и оврагов, сформировавшихся в различных геолого-геоморфологических обстановках. Ширина отдельных эрозионных форм по данным режимных наблюдений достигала 20 м. Максимальная глубина оврагов, образовавшихся на свале глубин в пределах аккумулятивной части прибрежной отмели и затем в результате попятной эрозии продолживших свое развитие в ее абразионной части, составляла 1.0–2.5 м. Измерения на одном из полигонов, где проводились комплексные исследования динамики рельефа в зоне осушки, показали, что за несколько дней с отмели в глубоководную часть водоема весенними ручьями было снесено в среднем 1.5 м³ грунта с погонного метра берега, что составляло около 10% объема наносов, отлагаемых на отмели и пересыпях за навигацию [3].

Наблюдениями было также установлено, что процессом, оказывающим деструктивное воздействие на поверхность зоны осушки, является перемещение льда под действием силы тяжести. Сползая вниз по крутосклонным элементам прибрежных отмелей, расположенным вдоль коренных берегов или на свале глубин, глыбы льда

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09–05–714).

своим передним краем сдвигают грунт, перенося его на более низкие уровни лежа водоемов.

Исследованиями на берегах ангарских водохранилищ, установлено, что при малых скоростях ветра (до 5 м/с) песок в осушенных частях отмелей формирует знаки ряби, напоминающие волновые. При скорости ветра более 7 м/с рябь начинает исчезать, и песок перемещается сплошным слоем, поднимающимся на небольшую высоту (5–15 см) над поверхностью осушки [4]. Средняя величина выноса песчаных наносов при скоростях ветра 10–15 м/с с одного погонного метра обнажившейся отмели может достигать 6 г/с [5].

Объект и методика исследований

В 1998–2008 гг. в весенний период (конец апреля – начало мая) на береговых отмелях Камского и Воткинского водохранилищ были проведены наблюдения за развитием ЭГП в условиях осушки. Работы включали морфометрические и литолого-фациальные описания микроформ рельефа отмелей и их фотосъемку. На основе полученных материалов, сравнительного анализа разновременных фотоснимков и визуального обследования нескольких десятков участков протяженностью 200–500 м выявлялся ведущий процесс, определяющий направленность ЭМ в сложившихся гидроклиматических условиях и ледовой обстановке.

Наиболее детальное изучение литолого-морфодинамических изменений микрорельефа осушенных отмелей было проведено в средней, самой широкой части Камского водохранилища – на его левом берегу у п. Нижний Лух. Для получения количественной информации о развитии ЭМ применялось техническое нивелирование с планово-высотной фиксацией всех элементов микрорельефа отмели в период ее надводного положения. В годы раннего наступления положительных среднесуточных температур измерения проводились два раза – в период активного снеготаяния (при полном или частичном ледовом покрове), который приходился на середину–конец апреля, и перед самым началом интенсивного подъема уровня – конец первой–начало второй декады мая.

Результаты исследований

В зависимости от морфолого-морфометрических и геологических особенностей берегового склона (включая его надводную и подводную части), погодных особенностей предшествующего периода, а также принадлежности рассматриваемого участка к верхней, средней или нижней частям водохранилища ширина участков осушки на исследуемой территории может составлять от первых десятков метров до нескольких километров. Для нижних (приплотинных) участков побережий из-за большой высоты поднятия уровня водной поверхности относительно бытовых значений реки характерны наименьшие значения ширины зоны осушки. Наиболее четко это проявляется у крутых коренных склонов, вдоль которых часто проходит старое русло. Напротив, в верхней части Камского водохранилища, которая по классификации С.Л. Вендрога относится к мелководно-осушной зоне, ее ширина достигает 12–15 км, что составляет более 90% всей ширины водоема [6]. Для Воткинского водохранилища, второго в каскаде камских водоемов, подобная закономерность также сохраняется, хотя различия между нижней и верхней частями менее контрастны.

Ширина зоны осушки во многом зависит от геолого-геоморфологического строения берегов. Наибольшей ширины она достигает вдоль берегов, представленных надпойменными террасами и сложенными податливыми воздействием ЭГП делювиальными и лессовидными суглинками. Ширина абразионной части отмелей в некоторых случаях достигает 400–500 м. Как правило, этим отличаются средние части камских водоемов, где на уровень абразионной подрезки выходят верхние и средние толщи надпойменных террас, в отличие от приплотинных участков, где на уровень подрезки обычно выходят слои грубообломочных пород базального горизонта или коренной

цоколь из пермских пород. В последнем случае ширина прибрежных отмелей редко достигает 100 м. У песчаных берегов полоса зоны осушки заметно уже по сравнению с глинистыми.

Наименьшей ширины эта зона достигает у берегов, представленных верхнепермскими переслаивающимися аргиллитами, алевролитами, песчаниками и конгломератами, слагающими коренные склоны камской долины. Обломки полускальных и скальных пород, мощным чехлом покрывающие короткие выпуклые береговые склоны, в значительной степени ослабляют воздействие физического выветривания на их коренное основание. Период осушения для подводных элементов такого склона обычно является периодом относительной экзодинамической стабильности.

Близкая по своему геоморфологическому эффекту ситуация складывается и на берегах, сложенных растворимыми горными породами (нижнепермскими известняками, доломитами, гипсами). На некоторых приплотинных участках Камского водохранилища, включая берега Чусовского и Сылвинского заливов, осушения отмелей становится периодом приостановки активной рельефообразующей деятельности, которая осуществляется здесь при высоких уровнях воды в результате растворения и выщелачивания пород коренных склонов – ведущих процессов экзогенной моделировки в этих районах [7].

В зоне осушения, имеющей значительные размеры по площади, процессы ЭМ протекают многообразнее и активнее. В подавляющем большинстве случаев такие поверхности представлены или прибрежными аккумулятивными телами (АКТ), или абразионными террасами (АБТ). Как правило, обе эти разновидности осушек примыкают к береговому уступам надпойменных террас.

Выделяется две группы АКТ. К первой относятся участки скопления наносов, поступивших в водоем в результате абразионного разрушения берегов [8]. Наибольшее распространение АКТ данного типа получили в пределах областей преимущественно волнового морфолитогенеза (средние и нижние части водохранилищ), где в течение долгого времени происходила аккумуляция наносов и до настоящего времени продолжается их накопление. Средние размеры таких скоплений песчаного материала относительно невелики и обычно не превышают 200–500 м². Лишь в крупных заливах, являющихся ловушками для мощных вдольбереговых потоков наносов, их площади могут достигать 0.2–0.5 км².

АКТ второго типа встречаются в области развития переходного морфолитогенеза (от преимущественно флювиального к преимущественно волновому). Главной причиной их формирования служит накопление наносов на участках снижения скорости проточных течений. Территориально их местоположение ограничивается самыми верхними участками водоемов – зонами сезонного выклинивания подпора. Здесь широкое распространение получили мелководья с наиболее продолжительным периодом осушения. Их размеры часто превышают первые километры по ширине и десятки – по протяженности (рис. 1).

Ведущими процессами преобразования рельефа АКТ являются *дефляционно-эоловые*. В зависимости от крупности материала, слагающего поверхность аккумулятивных форм, лидировать в морфогенезе может какой-либо один процесс.

Накопление наносов при эоловом перемещении мелкого и среднего песка происходит за естественными препятствиями (валуны, плавник и др.). Высота новообразований за короткий период осушения может достигать 0.25–0.4 м. Наличие на поверхности отмели понижений, образовавшихся, например, в результате волновой деятельности или эрозии временных водотоков, также ведет к накоплению песка, но уже путем их заполнения. Наиболее распространенными формами микрорельефа на песчаных поверхностях зоны осушки являются знаки ряби, по виду схожие с волновыми образованиями, но более однородные по фракционному составу и более рыхлые.

В случаях, когда АКТ слагается мелким и средним алевроитом, а продолжительность сухого периода превышает 8–10 суток, ведущим рельефообразующим про-

цессом в зоне осушки часто становится дефляция. Высота поверхности отмели в это время на отдельных участках может снижаться на 0.3–0.4 м. При этом весь материал обычно выносится за пределы АКТ, участвуя в “строительстве” рельефа смежных территорий или акватории.

Другим процессом, осуществляющим моделировку АКТ, является *линейная эрозия*. Воздействие временных водотоков на поверхность берегового склона обычно сопровождается формированием промоин глубиной до 1.5 м и более. В случаях формирования временного водотока вдоль границы дистальной части АКТ происходит естественное ограничение продвижения наносов в направлении их преимущественного переноса в результате одновременного наращивания высоты аккумулятивной формы. В итоге в этой части АКТ создаются условия для формирования крутого эрозионного уступа. Основной прирост площади данной аккумулятивной формы происходит в направлении перемещения наносов временным водотоком, что приводит к искривлению и формированию Г-образного тела, трансгрессивно развивающегося в сторону водоема.

Значительно разнообразней выглядит набор процессов, осуществляющих ранневесеннюю моделировку поверхностей АБТ. Особенности геологических и гидрогеологических условий береговых склонов в совокупности с их значительно большими функциональными возможностями по переносу вещества и энергии, чем у АКТ, предопределили здесь развитие таких экзогенных геоморфологических процессов, часть из которых вообще не характерна для гумидной умеренной морфоклиматической зоны, в которой расположены водоемы. В общем виде морфогенез АБТ включает в себя чередование фаз (периодов) накопления и удаления наносов, причем их продолжительность определяется как сезонной, так и многолетней цикличностью. При этом общей направленностью морфогенеза остается постепенное снижение поверхности АБТ с одновременным расширением зоны осушки в направлении берега.

Поскольку временная аккумуляция наносов (от нескольких часов до нескольких лет) для большей части участков АБТ является обычным состоянием их развития, эоловый процесс и дефляция в период сезонных осушек довольно активно участвуют в преобразовании поверхности прибрежной отмели. Особенности и физические параметры проявлений этих процессов в целом соответствуют характеристикам, свойственным АКТ. Некоторое различие между ними проявляется в повышенной шероховатости поверхности абразионных террас. Наличие на ней валунного (крупнообломочного) материала из русловой фации, вдольбереговых валов и некоторых других типов положительных микроформ донной поверхности приводит к формированию на подветренных элементах этих образований эоловых накоплений в виде “холмик-кос” или флагообразных шлейфов. Размеры первых могут достигать нескольких квадратных метров, вторых – сотен квадратных метров.

Процессом, осуществляющим подготовку поверхностей АБТ, представленных связными четвертичными или коренными (скальными, полускальными) породами,



Рис. 1. Мелководно-осушная зона в вершине Сьлвинского плеса (залива).

Здесь и далее – фото автора.



Рис. 2. Гребневидно-ячеистые микроформы в абразионной части прибрежной отмели

морозного выветривания на поверхностях отмелей образуются глубокие трещины, которые, постепенно расширяясь под действием дефляции, а в последующем и прибойных потоков, приобретают контрастные гребневидно-ячеистые формы высотой до 0.3–0.4 м (рис. 2).

Важную роль в преобразовании рельефа АБТ играют *эрозионно-аккумулятивные процессы*. В зависимости от морфологии и морфометрии береговых склонов они могут вносить существенный вклад в результирующий эффект субаэрального морфогенеза абразионных террас. Линейному или плоскостному размыву в период интенсивного снеготаяния подвергаются практически все участки зоны осушки “теплых” экспозиций береговых склонов. Промоины глубиной до 1.5 м и шириной от первых десятков сантиметров до 5–8 м пересекают вдольбереговые валы, осуществляя при этом большую работу по перераспределению наносов в верхней и средней частях АБТ. Ниже (по мере выполаживания склона в результате распластывания потоков) обычно происходит формирование конусов выноса из переотложенных наносов. В результате пульсирующего характера расходов временных водотоков осуществляется пространственная дифференциация мощности отложений по длине склона. Минимальные значения обычно фиксируются на поверхности внутренней части террасы, максимальные (до 0.3–0.5 м) – на внешней границе АБТ.

Наблюдения за развитием оврагов, образующихся ежегодно в одних и тех же местах зоны осушки, показывают, что эти формы, даже находясь большую часть года в подводном состоянии, хорошо сохраняются, а морфолого-морфометрические изменения этих образований незначительны даже по прошествии нескольких лет после их возникновения (рис. 3).

Наименее изученными и поэтому заслуживающими особого внимания являются *гляциальные процессы*, которые также активно участвуют в переформировании микрорельефа прибрежных отмелей. По своей продолжительности период экзогенной моделировки в условиях осевшего на безводную поверхность льда в разы превышает продолжительность периода воздействия ЭГП в условиях отсутствия ледяного покрова. Полтора–два месяца против одной–трех недель – таково временное преимущество ледовой фазы морфолитогенеза над безледной.

С момента осадения льда на береговой склон в работу включается особый комплекс деструктивных и конструктивных процессов, ни до, ни после наступления этого периода не участвующих в морфогенезе прибрежной части ложа водоема.

Особая роль в подготовке обошедшей донной поверхности к воздействию ЭГП принадлежит процессам, связанным с криогенным изменением физических свойств

к денудационной обработке дефляцией и прибойными потоками является *физическое выветривание*. Находясь в осушенном состоянии в наиболее активные в геоморфологическом отношении сезоны года (весна, осень – периоды многократного перехода температуры воздуха через 0 °С), обнажившиеся горные породы подвергаются растрескиванию и последующему разрушению. Наиболее “рельфно” процесс проявляется в породах, представленных плотными малопластичными глинами и суглинками аллювиального происхождения. В результате

горных пород. Промерзание верхнего слоя донных отложений в результате контакта со льдом за сравнительно короткий период достигает глубины 0.5–1.0 м, что приводит к сохранению мерзлых грунтов в течение длительного времени (до нескольких недель после полного освобождения зоны осушки от ледового покрова). В отдельные годы горные породы в мерзлом состоянии могут сохраняться до момента перехода зоны осушки в подводное состояние.

Наиболее ярко геоморфологический эффект криогенного воздействия массы “мертвого” льда на поверхность осушенной отмели проявляется при наличии чехла песчано-алевритовых наносов мощностью, не превышающей 0.8–1.0 м. При скоплении под рыхлыми отложениями крупных обломков скальных пород, которыми часто изобилуют коренные отложения и базальные горизонты камских надпойменных террас, с наступлением периода положительных среднесуточных температур над камнями образуются бугорки высотой до 0.15–0.2 м и до 0.3–0.5 м в поперечнике (рис. 4). Причиной неравномерной усадки поверхности осушки служат существенные различия в теплоемкости крупнообломочного материала и перекрывающих его наносов.

Как уже было отмечено выше, наличие неровностей на поверхности зоны осушки при эоловом переносе песка и алеврита создает условия для накопления последних. Неоднократно за период наблюдений фиксировалось заполнение межбугоркового пространства поверхности отмели привнесенным материалом в течение нескольких дней. При этом высота отмели “подрастала” на величину высоты образовавшихся ранее положительных микроформ.

По всей видимости, процессы замерзания и оттаивания в условиях пористой среды наносов не сводятся только к превращению внутрипоровых вод в лед и обратно. Как и процессы, развивающиеся при замерзании/оттаивании пород в условиях криолитозоны, они отличаются многофакторностью и требуют особого внимания геоморфологов, однако, до настоящего времени изучение криогенного морфолитогенеза в осушаемых частях водохранилищ не проводилось.

Весеннее деструктивное воздействие льда на прибрежную отмель наиболее масштабно происходит в годы с высоким уровнем воды в период осенне-зимнего ледообразования. Разрушительный эффект от воздействия льдин в результате их гравитационного смещения на крутосклонных участках отмелей весной может на порядок превосходить подобные последствия, возникающие в годы с низким уровнем водной поверхности в период ледостава, поскольку в этом случае на поверхности зоны осушки лед будет отсутствовать. “Продуктивность” гравитационного воздействия льда на поверхность осушки сегодня практически не изучена. По данным наблюдений за состоянием прибрежных отмелей на Камском водохранилище глубина *ледового выплывания* береговых склонов может достигать 0.3–0.4 м при ширине ложбин в 5–7 м.

Противоположный по направленности и обычно проявляющийся только в момент подъема уровня воды процесс перемещения наносов вверх по склону происходит в



Рис. 3. Овраг, развивающийся по контакту подводной аккумулятивной террасы с абразионной частью прибрежной отмели (начало подъема уровня водной поверхности)



Рис. 4. Криогенные бугорки в абразионной части отмели на участке временной аккумуляции наносов

результате надвига льда на берег со стороны водоема. Рельефообразование в условиях активного льда происходит в результате воздействия “бульдозерного” типа. В зависимости от состояния льда (толщины, крепости, величины льдин), силы и направления ветров, прижимающих его к берегу, рельефообразующий эффект процесса колеблется в больших пределах. Слой наносов, копившихся десятилетиями в аккумулятивной части отмели, может одномоментно удаляться или перемещаться выше по профилю склона.

Особые формы микро-рельефа образуются после схода “мертвого” льда, которому предшествовал период активной деятельности талых и грунтовых вод. Поступая с вышележащих участков берега в виде ручьев или распластанного по всей поверхности склона (уступа) тонкого слоя снеговой воды, эти потоки выносят на лед большое количество твердого материала. Площадь подобных образований в прибрежной зоне камских водоемов может достигать нескольких десятков и сотен квадратных метров при толщине слоя наносов до 0,5 м. По нашим наблюдениям, только на одном километровом участке берега в районе с. Слудка (правый берег в озеровидной части Камского водохранилища), имеющем высоту 12–15 м и сложенном в основном делювиальными суглинками, в водоем за несколько весенних дней поступило более 3 тыс. т песчано-глинистых наносов. Причем этот материал осел не только у подошвы склона, но и в виде сравнительно равномерного по толщине слоя был перемещен по поверхности льда на расстояние 100–150 м в сторону внешней части отмели.

При окончательном стаивании льда скопившиеся на нем массы наносов превращаются в бугристо-ячеистые микроформы, по своему составу отличающиеся от подстилающих их отложений подводного берегового склона.

Влияние “мертвого” льда на ЭМ зоны осушки не ограничивается лишь эффективностью и своеобразием формирования аккумулятивных образований на ее поверхности. В годы с мощным ледниковым покровом при интенсивном весеннем снеготаянии неоднократно приходилось наблюдать размыв поверхности осушки подледными потоками талых вод. Ручьи попадают под лед обычно через трещины, которые образуются зимой при хрупких деформациях и нарушениях целостности льда. Мерзлый характер отложений, в которых формируются промоины, и определенная “закрытость” от воздействия процессов, обычно сопутствующих эрозии, особым образом моделируют их морфологический облик. Борта эрозийных форм, как правило, представляют собой вертикальные уступы, а их днища – плоские, практически прямолинейные. Руслу временных водотоков, находясь под контролем (пространственным ограничением) льда, лишаются возможности изменять свое направление в соответствии с изменением уклона поверхности. Осуществляя эрозионную работу, потоки талых вод прорезают вдольбереговые валы. По этой причине формы подледных русел заметно отличаются от плановых очертаний промоин (оврагов), образующихся вне ледяной зоны. Первые, как правило, относительно прямолинейные, а вторые имеют вид ломаной линии (для поверхностных водотоков вдольбереговые валы являются преградой).

Прикладные аспекты изучения экзогенного морфолитогенеза зон осушки (вместо заключения)

Наблюдения за динамическими изменениями рельефа зоны осушки на камских водоемах показали, что от общей направленности морфолитогенеза и соотношения деструктивных и конструктивных геоморфологических процессов зависит устойчивость (невосприимчивость) берега к процессам переработки. Так эрозионный размыв, ледовое выпахивание или дефляция поверхности отмелей в последующем создают условия для активизации абразийного разрушения берегов. Ситуация с локальным снижением поверхности прибрежного мелководья усугубляется безвозвратным изъятием части наносов из вдольберегового переноса при заполнении ими промоин и оврагов в период нормального подпорного уровня водоема. В конечном итоге в результате общего понижения отметок отмели возникает новый, более масштабный импульс активизации волнового воздействия на берег. Напротив, аккумуляция наносов в пределах зоны осушки (например, при эоловом накоплении материала) приводит к временному (краткому или продолжительному) ослаблению воздействия абразии, а в отдельных случаях даже закреплению пляжа или берегового уступа растительностью.

В геодинамическом отношении зона осушки является самой активной частью ложа водоема, в которой происходит перераспределение, транзит и формирование основной части наносов, определяющих направленность и темпы ЭМ в водохранилище, включая затопленное русло. Подверженная воздействию ЭГП зона осушки вне зависимости от степени геодинамической активности берегов поставляет в глубоководную часть водоема большее количество материала, чем его поступает с надводной части берегового склона.

Особенностью современной стадии функционирования водохранилищ сезонного регулирования, которую необходимо учитывать при выборе варианта противодействия процессам разрушения берегов, является ярко выраженная межгодовая изменчивость активности и направленности развития ЭГП, участвующих в ЭМ зоны осушки. Основными причинами такой неравномерности хода процессов выступают неоднородность погодных условий (температурный и ветровой режимы, количество осадков, наличие мерзлых пород, ледовая обстановка и т.д.) и продолжительность периода осушки.

Рассмотренные выше процессы экзогенного переформирования зоны осушки в настоящее время с большей или меньшей степенью активности действуют вдоль всего периметра Камского и Воткинского водохранилищ. Учитывая их геоморфологическую значимость на стадии подготовки берега к волновой переработке при составлении прогноза развития последней, проектировании защитных инженерных сооружений или определении степени возникновения различных рисков в прибрежной полосе, изучение ЭМ зоны осушки должно стать обязательным элементом специальных (проектных) исследований и режимных наблюдений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаров Н.Н. Современная геодинамика берегов крупных равнинных водохранилищ России // Инж. геология, гидрогеология и геодинамика прибрежных территорий и ложа водохранилищ. Пермь: Изд. ПГУ, 2008. С. 5–11.
2. Иконников Л.Б. Формирование берегов водохранилищ. М.: Наука, 1972. 95 с.
3. Иконников Л.Б. Изучение движения прибрежных наносов на Горьковском водохранилище с помощью меченого песка // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1965. № 5. С. 24–31.
4. Овчинников Г.И. Динамика береговой зоны ангарских водохранилищ: Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. Иркутск: ИГ СО РАН, 2003. 50 с.
5. Owchinnikov G.I. Wplyw procesow abrazyjnych na rozwoj strefy przybrzeznej zbiornikow wodnych angarskiej kaskady elektrowni wodnych // Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach przemysłowych i zurbanizowanych. Katowice, Sosnowiec. 1996. № 23. S. 38–42.

6. Вендров С.Л. Проблемы преобразования речных систем СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 207 с.
7. Назаров Н.Н. Карстовые берега Камского водохранилища: распространение, интенсивность переработки, классификация // Карстоведение XXI век: теоретическое и практическое значение. Пермь: Изд. ПГУ, 2004. С. 122–130.
8. Назаров Н.Н. Геодинамика побережий водохранилищ Пермского края. Пермь: Изд-во ЗАО “Полиграфкомплект”, 2008. 152 с.

Пермский госуниверситет

Поступила в редакцию
17.11.2009

EXOGENIC MORPHOLITHOGENESIS ON THE SEASONAL MUD FLATS OF THE KAMA WATER RESERVOIRS

N.N. NAZAROV

Summary

Geomorphological effect of exogenic processes on the coastal shallows of the Kama water reservoirs during the formation of seasonal mud flats is comparable in several years to activity of hydrophysical processes at normal lockup levels. Deflation-aeolian processes may cause the increase or decrease of the height of a shallow on separate sites by 0.25–0.40 m during the short periods of time (from one to three weeks). Influence of temporal melt-water currents on a surface of a coastal slope is usually leads to formation of gullies and ravines up to 1.5 m depth and more. Weathering, most notably manifested on abrasion surfaces build up by the dense low-plastic clay, results in the formation of the deep cracks, which are gradually extending under action of a deflation or up-wash and turning into crest-like forms up to 0.3–0.4 m height. The geomorphological effect of frost grounds manifests on the sandy-siltstone deposits underlaid by rocky debris. Owing to differences in a thermal capacity of large shatters and fine deposits there appear little hubbles on the surface of a shallow up to 0.3–0.5 m in diameter and 0.15–0.20 m in height. Depth of the plucking of the coastal slopes by gravitational displacement of an ice or by trash ice can reach 0.3–0.4 m and its width – 5–7 m.

УДК 551.435.1 → 556.53

© 2010 г. А.О. ПАГИН, Н.Б. БАРЫШНИКОВ, Ю.В. ДЕМИДОВА, Т.С. СЕЛИНА

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАССЕЙНА, ПОЙМЫ, РУСЛА РЕКИ И ТРАНСПОРТ НАНОСОВ РУСЛОВЫМИ ПОТОКАМИ¹

Речные наносы в основном образуются из обломков пород, слагающих речные бассейны [1–3]. Продукты разрушения переносятся водными потоками, склоновыми процессами, а иногда и ветром в русла рек. Поэтому основные морфометрические характеристики речных бассейнов (длина, ширина и др.) определяют длину пути и, в значительной степени, скорости перемещения частиц грунтов, а, следовательно, и число их соударений. Уже частично окатанные частицы наносов, поступающие в русла рек, в зависимости от их размеров и скоростей течения русловых потоков формируют либо взвешенные (очень мелкие), либо донные (относительно крупные) наносы.

Транспорт наносов осуществляется в основном в периоды паводков и половодий, т.е. при подъеме уровня воды. При этом наносы поступают в русла рек по их длине

¹ Работа выполнена по целевой программе ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009–2013 гг., в рамках реализации мероприятия № 1.3.1. Проведение научных исследований молодыми учеными – кандидатами наук.