

УДК 551.510.42

Канд. техн. наук Д.К. Нусупов<sup>1</sup>  
Канд. геогр. наук Э.А. Турсунов<sup>1</sup>

### **ИСКУССТВЕННЫЕ ГАЛЕЧНИКОВЫЕ ПЛЯЖИ, КАК НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ БЕРЕГА ОЗ. АЛАКОЛЬ ОТ РАЗРУШЕНИЯ**

**Ключевые слова:** галечниковый пляж

*В статье обосновывается создание искусственных свободных галечниковых пляжей, как основного метода защиты берега от разрушения в районе п. Акчи и п. Коктума.*

Бассейн Алакольских озер занимает обширную территорию Юго-Восточного Казахстана и районов сопредельной территории КНР общей площадью 68700 км<sup>2</sup>. Бассейн делится на две основные резко различные части – горную (около 44 % всей площади) и равнинную (50 %). Сложная геология и орография рассматриваемого района с большой амплитудой высотных отметок (300...4107 м) обуславливают разнообразие и различие природно-климатических условий. Горная часть бассейна относится к двум орографическим и геологическим районам (провинциям) – Северного Тянь-Шаня (Джунгарскому Алатау) и Саур Тарбагатаю (Тарбагатай, Майлык, Барли). Алакольская впадина образует самостоятельный орографический район, а в природно-климатическом отношении относится к полуаридной зоне предгорных сухостепных равнин и пустынь Казахстана. Алакольская впадина – межгорный тектонический прогиб, заполненный толщей аллювиальных и горных отложений. Ее равнинная часть представляет собой дно, ранее существовавшего еще в верхнечетвертичное, а возможно и в более позднее время Балхаш-Алакольского, а затем Алакольского водоемов. Поверхность этого дна была позднее в значительной мере переработана в результате деятельности рек и ветра, а в центральной части осложнена новейшими тектоническими поднятиями по линии разлома блоковых структур.

Эти процессы рельефообразования и обусловили современное расположение и строение котловин Алакольских озер, являющихся, с точки зрения истории, впадинами, реликтами прежних, обширных водоемов. В

<sup>1</sup> ТОО «GeoTrack», г. Алматы, Казахстан

то же время современные озерные котловины – в значительной мере продукт развития и «жизнедеятельности» самих современных озер, их притоков и береговой растительности.

На территории Алакольской впадины насчитывается 529 озер, из них 513 с площадью зеркала более 1 км<sup>2</sup>. На долю четырех больших озер: Алаколь, Сасыкколь, Кошкарколь, Жаланашколь, занимающих центральную, наиболее пониженную зону впадины, приходится 95 % общей площади водного зеркала и более 99 % запасов воды всех озер (около 61,6 млрд. м<sup>3</sup>).

Наиболее глубокую часть впадины занимает главное озеро системы – глубоководное бессточное оз. Алаколь, сосредоточившее 95 % суммарной водной массы четырех больших озер. Выше по продольной оси впадины размещаются сточные (периодически проточные) мелководные озера: к северу – Кошкарколь и Сасыкколь, к югу – Жаланашколь, сбрасывающие излишки своих вод в оз. Алаколь.

Глубоководная зона озера в виде вытянутого с юго-востока на северо-запад неправильного овала площадью 1232,5 км<sup>2</sup> (41,4 % площади зеркала) занимает центральную и юго-восточную часть озера. С северо-запада, севера, северо-востока и востока она в виде подковы огибается мелководной зоной и островами Аралтубе. Ширина этой зоны колеблется от 1 до 1,5 км в юго-восточной части и до 10...20 км в северо-западной части озера. Площадь мелководной зоны 1417,5 км<sup>2</sup> (58,6 %). Профундальная зона (глубина более 40 м) занимает юго-восточную часть глубоководной области с площадью 565 км<sup>2</sup> (21,4 %). Участок наибольших глубин (50...54 м) расположен к западу от о. Кишкине-Аралтубе. Северо-западная мелководная часть озера характеризуется пологими подводными склонами (1...2 м/км). В глубоководной юго-восточной части озерной котловины среднее падение склонов возрастает до 5...12,5 м/км.

В настоящее время озеро Алаколь переживает фазу трансгрессии. Колебания уровня озера, достигающие в многолетнем разрезе 5...6 м, сопровождаются значительными изменениями положения его береговой линии.

Колебания уровня воды оз. Алаколь за период наблюдений приведено на рис. 1. В течение периода наблюдений отмечался общий подъем среднегодового уровня. Исключение составили 1957 и 1963 гг., когда уровень снизился на 5...8 см. Общий подъем уровня за 26 лет составил 649 см. Средний годовой прирост – 30 см. Наиболее интенсивный подъем имел место в 1958...1961 гг., когда уровень за 4 года поднялся на 2,8 м. Наибольший подъ-

ем – 88 см наблюдался в 1960 г. Минимальный наблюденный среднемесячный уровень – 342,59 м (БС) наблюдался в январе 1949 г.

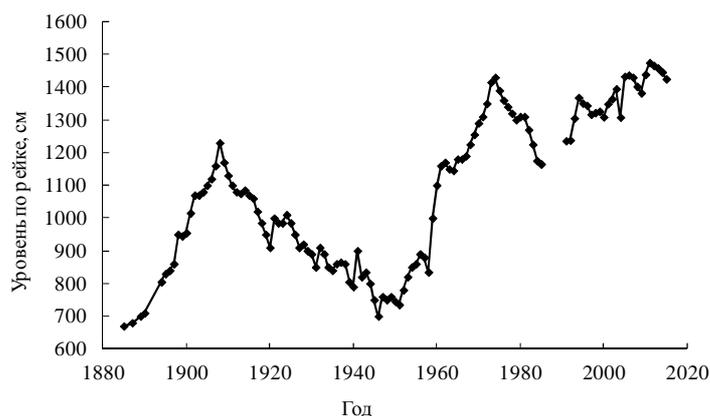


Рис. 1. Изменение уровня воды оз. Алаколь с 1885 по 2015 годы.

Кроме колебаний уровня, обусловленного колебаниями элементов водного баланса, на оз. Алаколь происходят колебания в результате сгонно-нагонных явлений. При юго-восточных и южных ветрах происходит сгон в юго-восточной оконечности озера и нагон в северо-западной части озера. При ветрах западных направлений значительный нагон наблюдается в устье р. Урджар, при восточных и юго-восточных ветрах – на северо-западном побережье. По данным наблюдений на посту с. Рыбачье наибольшая высота подъема от нагонов составляла 0,8...1,0 м.

Юго-западный и юго-восточный берега озера сравнительно высокие (абразивного типа), приглубые высотой до 5...8 м. Берега сложены в основном суглинками, глинами, местами галечником. Донные отложения озера отличаются большим разнообразием. В прибрежной зоне распространены мелко- и среднезернистые пески, местами галька и гравий. Гравийно-галечниковые отложения приурочены к юго-западному, южному и юго-восточному абразивному берегу, где они образуются в результате разрушения берегового клифа и выносятся р. Жаманты. Со стороны озера эти отложения оконтуриваются более широкой полосой песков распространяющихся до глубин 10...12 м.

Ветровой режим оз. Алаколь характеризуется наличием местных ураганных ветров скоростью 50...60 м/с, северо-западного и юго-восточного направлений и сложным распределением поля ветра над водоемом. Специфический характер ветрового режима обуславливает и весьма пеструю картину волнения на акватории озера. По данным берегового

пункта наблюдений у п. Коктума, расположенного в слабо выраженном заливе глубоководной части озера с приглубым берегом (глубина у волномерной вехи 6,21 м), максимальная высота волны в октябре-ноябре достигает 2,5 м или 5 баллов. В летний период май – сентябрь, высота волны находится в пределах 1,0...1,2 м. Наибольшая высоты волны (2,0...2,5 м) достигается при ветрах восточного направлений, длина разгона волны при которых составляет 32,4 км [2].

В последние десятилетия происходит интенсивное разрушение юго-западного берега, в результате чего возникла необходимость его защиты в районе расположения п. Акши и п. Коктума. Средняя скорость отступления береговой линии составляет около 7 м в год. Берег озера вплотную подступил к поселкам Акши и Коктума. В результате остро встал вопрос о необходимости проведения берегозащитных мероприятий.

Берегозащитные мероприятия должны обеспечивать минимальные нарушения в настоящем времени и будущем природных факторов в физическом и экологическом аспектах и эстетики литодинамической системы. При выборе типа, размеров и расположения берегозащитных сооружений в литодинамической системе должно учитываться не только достижение поставленной цели на защищаемом участке побережья, но также влияние проектируемых берегозащитных сооружений и мероприятий на примыкающие к нему участки побережья [3, 4].

Для выбора проектного решения, следует учитывать, что дно оз. Алаколь, сложено из мелкозернистых, глинистых песков, а ветровые волны короткие, соотношение их высоты к длине волны составляет 1:12. Как следствие, на любое берегозащитное сооружение, предназначенное для отражения волны, начинает воздействовать динамическая сила с определенной периодичностью от нескольких секунд при малых волнах до 6...7 секунд при максимальном волнении. В результате любое берегозащитное сооружение гравитационного типа (волнолом, буна или водобойная стенка) испытывают динамическое воздействие короткопериодных волн, что вызывает эффект разжижения под ними грунта. Сущность разжижения водонасыщенного песка состоит кратко в следующем. При динамическом воздействии песок приходит в движение, стремясь к интенсивному уплотнению, которое сопровождается выдавливанием излишней воды из его пор. В процессе этого гидродинамического эффекта зерна песка теряют свой вес и, как следствие, ослабляется и даже полностью пропадает трение между его частицами. Вся масса песка, лишенная трения, приобретает свойства

жидкой среды, которая растекается, вызывает всплытие расположенных в ней сооружений или наоборот способствует погружению лежащих на ней конструкций. Условия нарушения структуры песка определяются уравнением состояния, которое зависит от пористости, напряжения и собственного веса песка, а также от действующей на него нагрузки, ускорения колебаний и градиента напора фильтрационного потока. В ряде случаев некоторые из этих многочисленных факторов имеют второстепенное значение и могут быть опущены. К сожалению, многие критерии, определяющие разжижение песчаных грунтов, еще мало изучены [1].

Именно этим эффектом разжижения песчаного грунта под основанием гравитационных сооружений объясняются неудачные попытки самостоятельно защитить берег оз. Алаколь, путем установки в зоне прибоя бетонных лотков (рис. 2), строительства водобойных стенок (рис. 3) и другие кустарные способы защиты своей территории в исполнении частных лиц [5].



*Рис. 2. Установка поливочных лотков для защиты от волн (февраль 2018 г. п. Акиш).*



*Рис. 3. Остатки водобойной стенки для защиты зоны отдыха п. Акиш (февраль 2018 г.).*

Исходя из выше изложенного, можно сделать однозначный вывод, что все берегозащитные сооружения, рассчитанные на прямое отражение морской волны (волноотбойные стены, волноломы, буны и т.д.), не смогут защитить берег оз. Алаколь от разрушения, дав в лучшем случае временный эффект. Вместе с тем, при более подробном изучении и анализе происходящих на оз. Алаколь природных процессов, формируется пляжный откос с уклоном приблизительно равным 1/50, что соответствует откосу песчаного пляжа. В результате действия волн происходит разрушение берега и перераспределение берегового материала по фракциям. Более крупные фракции откладываются непосредственно возле берега, образуя небольшой галечниковый пляж. Мелкие глинистые фракции, способные длительное время находится во взвешенном состоянии, уносятся береговыми течениями, а песчаные фракции образуют пляжный откос.

При сохранении нынешнего уровня воды окончательное переформирование береговой линии завершится в 150 м от современного уреза воды, на что потребуется порядка 20 лет. Таким образом, после образования песчаного пляжа процесс разрушения берега, при сохранении нынешнего уровня воды, остановится сам собой. Следует так же отметить, что очертания берега в устьевой части р. Жаманты, так же как и устьевые части других рек впадающих в оз. Алаколь, на протяжении последних 50-и лет остаются практически неизменными. Это объясняется большим количеством материала крупной фракцией выносимой рекой. Таким образом, если поставить в зону, подверженную волновому воздействию необходимое количество материала крупной фракции, то произойдет образование галечникового пляжа с профилем, обеспечивающим полное гашение энергии волн.

Искусственное пляжеобразование обеспечивается доставкой на защищаемый участок берега необходимых объемов материала. Далее их отсыпку в зоне действия штормовых волн и последующей переработкой волнами и течениями до достижения относительного динамического равновесия искусственного пляжа. В процессе переработки пляжеобразующий материал перераспределяется по площади прибойной зоны, окатывается и сортируется по крупности с более плотной укладкой. При отсыпке с берега может быть использован один из трех способов: сплошной бермой по всей длине защищаемого участка берега; одиночным, периодически пополняемым отвалом; группой рассредоточенных вдоль берега отвалов.

Расчет гранулометрического состава, необходимого для образования свободного галечникового пляжа, а так же необходимый объем пляжеобразующего материала будет предоставлен в следующей статье.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маслов Н.Н. Условия устойчивости водонасыщенных песков. – М.: Госэнергоиздат, 1959. – 328 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Бассейн озера Балхаш. Т. 13, вып. 2. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 646 с.
3. СП 277.1325800.2016 Сооружения морские берегозащитные. Правила проектирования. – М.: Минстрой России, 2016. – 91 с.
4. СП 32-103-97. Проектирование морских берегозащитных сооружений. – М.: Корпорация «Транстрой», 1998. – 222 с.
5. Шафир И.Н. Причины повреждений портовых оградительных сооружений. – М.-Л.: Изд. Морской транспорт, 1950. – 360 с.

Поступила 29.06.2018

Техн. ғылымд. канд. Д.К. Нусупов  
Геогр. ғылымд. канд. Э.А. Турсунов

### **ЖАСАНДЫ ГАЛЕЧНИКОВЫЕ ЖАҒАЖАЙЛАР, ЕҢ ЭФФЕКТИВНЫЙ ҚОРҒАУ ТӘСІЛІ ЖАҒАДАН ОЗ. АЛАКӨЛ БҰЗЫЛУДАН**

**Түйінді сөздер:** галечниковый жағажай

*Мақаласында негізделді құру жасанды бос галечниковых жағажай негізгі әдісін қорғау жағалау ауданда п. Акчи және Көктұма бұзылудан.*

Nusupov D.K., Tursunov JA.A.

### **ARTIFICIAL PEBBLE BEACHES AS MOST EFFECTIVE METHOD OF THE ALAKOL' LAKE COASTAL PROTECTION**

**Keywords:** pebble beach

*Creation of artificial free pebble beach's as main method of a coastal protection for Akchi and Kuktuma Settlements' Region is proved in article.*