

Выводы. Расположение в аридной и полуаридной зоне, а также особенности формирования гидрологического стока в водосборных территориях бассейна реки Или, определяющего средообразующей системы с социально-экономическими условиями и природно-техногенными объектами, которые определяют уровень водобеспеченности водохозяйственных участков, требуют необходимости координации водохозяйственной деятельности, чтобы не допустить возможных негативных изменений в водотоках и водоёмах, выполняющих важные экологические функции в Или-Балхашском бассейне, то есть для обеспечения природно-экологической устойчивости и безопасности функционирования озера Балхаш, как географического водного объекта.

Список использованных источников

1. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана / М. Ж. Бурлибаев [и др.]. – Алматы: Канагат, 2014. – Т. 1. – 742 с.
2. Мустафаев, Ж. С. Геоэкологическая оценка водных систем бассейна трансграничной реки Или / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, Л. Рыскулбекова // Чистая вода России : сб. материалов XV Междунар. науч.-практ. симпозиум и выставка. – Екатеринбург, 2019. – С. 196-199.
3. Мустафаев, Ж. С. Геоморфологическая схематизация водосбора бассейна реки Или / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, Л. Н. Рыскулбекова // Исследования, Результаты. – 2020. – № 1 (85). – С. 221-331.
4. Водные ресурсы России и их использование / [под ред. И.А. Шикломанова]. – СПб. : Гос. гидролог. ин-т, 2008. – 600 с.
5. Мустафаев, Ж. С. Методологические основы оценки предельно-допустимого использования природных ресурсов (аналит. обзор) / Ж. С. Мустафаев, К. Ж. Мустафаев. – Тараз, 2011. – 45 с.
6. Научные основы нормирования экологического стока рек Казахстана / М.Ж. Бурлибаев [и др.]. – Алматы: Канагат, 2014. – 408 с.
7. Мустафаев, К. Ж. Методологические основы экологической оценки ёмкости природных систем. – Тараз: Формат-Принт, 2014. – 316 с.
8. Мустафаев, К. Ж. Экологические услуги в речных бассейнах / К. Ж. Мустафаев, З. К. Маймеков. – Тараз : Формат-Принт, 2015. – 146 с.

УДК 627.41

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

*Ткачев А. А., д-р техн. наук, профессор¹,
Карельская Е. В., студент магистратуры¹,*

¹*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова
ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», г. Новочеркасск, Россия*

Аннотация. Выполнен анализ береговых процессов и факторов, влияющих на них. Рассматривается взаимодействие различных конструкций берегоукрепительных сооружений с водным потоком и их эффективность при различных исходных гидрологических данных и морфологии участка. В результате предложен алгоритм при выборе конструкции берегоукрепительных сооружений

Ключевые слова: береговое природопользование, береговые укрепительные работы, жёсткие и гибкие системы, габионные конструкции, современные методы берегозащиты.

JUSTIFICATION OF DIFFERENT STRUCTURES USE WHEN CARRYING OUT THE SHORE CONSTRUCTION

*Ткачев А. А., Doctor of Technical Sciences, Professor¹,
Karelskaya E. V., Master's degree student¹,*

¹*Novocherkassk Reclamation Engineering Institute named after A.K. Kortunov
FSBEI HE Donskoy SAU, Novocherkassk, Russia*

Abstract. The analysis of coastal processes and factors influencing on them is carried out. The interaction of various structures of bank protection structures with a water flow and their efficiency with different initial hydrological data and site morphology are considered. As a result, an algorithm was proposed for choosing the design of bank protection structures.

Key words: coastal nature management, coastal strengthening works, rigid and flexible systems, gabion structures, modern methods of coastal protection.

Введение. В настоящее время инженерная защита прибрежных территорий от негативного влияния активных абразионных и оползневых процессов при современном интенсивном развитии гражданского, промышленного и транспортного строительства является важной народнохозяйственной задачей. В последние годы большую озабоченность среди учёных-гидротехников вызывает заметное ухудшение экологической обстановки в береговых зонах рек и морей, происходящее из-за научно необоснованного освоения береговой среды, в результате чего происходит нарушение естественного режима данных зон.

Одним из первых исследователей, который занялся изучением проблемы взаимодействия береговой зоны с деятельностью человека, был Г.А. Сафьянов, в 1978 году сформулировавший основные принципы берегоукрепительной политики. Одновременно с ним вопросы берегового природопользования поставил В.И. Лымарев. К этому же времени относятся первые исследования американских учёных, направленные на комплексное освоение береговой зоны. Позже и другие учёные начинают уделять большое внимание познанию взаимосвязанных естественных и антропогенных причин, обуславливающих размыв берегов и тенденции их развития в современных условиях. При этом всеми специалистами данная проблема изучается во взаимосвязи с рациональным использованием природных ресурсов, охраной и улучшением береговой среды. Это нашло отражение в предложенной в 1993 году Н.А. Айбулатовым концепции экологической безопасности шельфов и берегов применительно к России, включающей освоение, берегоукрепление, предотвращение загрязнения, практические исследования, а также правовые вопросы) [1].

Таким образом, научные труды, посвящённые таким исследованиям, подтверждают, что изучение береговых процессов должно опираться на комплексный географический подход и социально-экономические знания о современном состоянии береговой зоны. Только такой подход сможет решить проблемы её рационального природопользования и с использованием прогрессивных научно-технических решений разработать эффективные технологии строительства и конструкции берегозащитных сооружений.

На формирование береговой зоны оказывают влияние многие факторы.

1. Геологические: рельеф подводной и надводной частей берега, физи-

ко-механические свойства пород, геологические процессы на берегах.

2. Гидрологические: уровненный и волновой режимы водоёма, скорость течения и характеристика наносов, ледовые явления.

3. Техногенные: наличие различных береговых сооружений, агрессивное воздействие химических и биогенных факторов и др.

При этом в указанной зоне оказываются самые разные сооружения: жилые постройки, линии электропередач, автомобильные дороги, гидротехнические сооружения, что вызывает необходимость исключить возможное разрушение берега. Причин такого разрушения можно назвать много, но все они, в основном, являются следствием водного и ветрового воздействия. Наиболее опасным является сползание грунтовой основы с откоса берега, происходящее при высоких нагрузках на вершину склона, регулярном подмывании берега и воздействии волн, слабой устойчивости грунта на сдвиг или смещение. При обрушении береговой линии происходит обмеление, разрушение объектов транспортной инфраструктуры, разрушение строений и т.д. Для недопущения подобных негативных событий необходимо производить берегоукрепительные работы, которые позволяют защитить от подмыва и обрушения берега рек или закрепить необходимые очертания вогнутого берега реки. Укрепление берегов особенно важно для создания оптимальных природных условий при сооружении водоотводных каналов, водосбросов дамб, при строительстве опор мостов и насыпей для железнодорожных путей, прокладке автомагистралей и ландшафтного благоустройства берегоукрепительные работы.

Выбор типа укрепления берегов производят, соблюдая необходимое соответствие технической целесообразности и экономической эффективности. При этом желательно использовать местный строительный материал, что позволяет удешевить строительство.

Техническая целесообразность проводимых работ заключается в соответствии заданной прочности конструкции силам, которые вызывают размыв берега. Существует прямая зависимость между кривизной берега и глубиной реки около него, что обусловлено подмывом течения. При этом нижняя часть откоса берега от подошвы до горизонта средних меженных вод всегда находится под водой и постоянно подвергается подмывающему действию речного потока. Часть до горизонта самых высоких вод испытывает периодическое размывающее действие потока, а также разрушительное действие движущегося около берегов льда и влияние атмосферных и грунтовых вод. Выше этого горизонта берег подвергается воздействию атмосферных вод и мороза, а также зависит от различных форм деятельности человека в прибрежной зоне.

Для осуществления берегоукрепительных работ устанавливают длину участка откоса реки, подверженного размыву, а также анализируют гидрологические данные (высота уровня, скорость течения, количество наносов и т.д.), что позволяет выбрать вид береговых укреплений и их конструкцию. При проектировании берегоукрепительных сооружений требуется определить устойчивость укрепляемого откоса при воздействии эксплуатационных нагрузок, рассчитать все элементы покрытий на монтажные и транспортные нагрузки.

Требования, предъявляемые к берегоукрепительным сооружениям: эффективность работы и надёжность (долговечность) конструкций, простота устройства, возможность проведения ремонтно-восстановительных работ, экономичность.

По характеру взаимодействия с водным потоком берегоукрепительные сооружения подразделяются на активные и пассивные.

1. Береговые укрепления активного действия используют энергию потока для намыва и сохранения береговых наносов, при этом оказывая заметное влияние на гидравлическую структуру потока в районе берега.

2. Береговые укрепления пассивного действия противостоят водному потоку благодаря прочности своей конструкции и лишь защищают береговой откос от размыва.

К активным берегоукрепительным сооружениям на озёрах относятся наносозадерживающие полузапруды (буны), молы и волноломы, на реках – поперечные полузапруды, регулирующие дамбы, струенаправляющие щиты. Пассивные берегоукрепительные сооружения на реках – каменная наброска, тюфяки, габионы, бетонные и железобетонные плиты и др.

Укрепление берега в зависимости от решаемых задач может производиться с помощью разных технологий с применением различных строительных материалов. Основными береговыми укреплениями, влияющими на структуру потока, являются берегозащитные шпоры (короткие высокие полузапруды). Они располагаются у вогнутого берега, что способствует уменьшению скорости течения вдоль берегового откоса, нуждающегося в защите. Это уменьшает размыв берега, а в некоторых случаях даже способствует образованию нового берегового откоса после заполнения наносами промежутков между шпорами. Также шпоры можно использовать для обеспечения устойчивости противоположного легкоразмываемого слабоизогнутого берега с целью создания необходимого размыва дна в пределах судового хода. Берегоукрепительные высокие шпоры эффективны на малых и средних реках, на которых высокий паводок с большими скоростями течения непродолжителен и сменяется длительной меженью, характеризующейся малыми скоростями течения. На таких реках только в половодье наблюдается размыв берегов, который удаётся предотвратить такими шпорами.

Также к берегоукрепительным сооружениям этого типа относятся укрепления берега, создающие дополнительную шероховатость русла вблизи размываемого берега или непосредственно на его откосе. Такие укрепления создают дополнительное сопротивление речному потоку, что уменьшает скорость течения у берегового откоса, предохраняя его от размыва. Эти укрепления включают в себя сквозные свайные ряды; свайные козловые кусты; гибкие металлические тюфяки из проволоки; искусственные водоросли и др. На реках с большим количеством наносов данная защита берега от размыва способствует отложению более крупных наносов в месте расположения укреплений, в результате чего образуется береговой откос, обеспечивающий надёжную защиту прибрежной территории.

Пассивными укреплениями, защищающими берега от размыва, явля-

ются береговые покрытия. Они фиксируют положение размываемого берега и защищают сооружения от потока в месте примыкания сооружения к берегу. Береговые покрытия могут быть сплошными, укрепляя береговой откос по всей длине размыва, или ленточными, которые покрывают определённые части берегового откоса (ленты), расположенные на некотором расстоянии друг от друга. Сплошные береговые покрытия предпочтительно устраивать на реках с невысоким, но продолжительным паводком и высокими скоростями течения. На этих реках происходит длительный размыв берегов. И только сплошное покрытие берега позволяет предотвратить его разрушение. На реках же с высокими и непродолжительными паводками сплошное укрепление берегового откоса будет экономически целесообразным лишь в случае его необходимости для нескольких отраслей народного хозяйства.

Для укрепления берега используют самые разные покрытия: противозерозионную сетку; габионы; армирующую сетку с плетением кольчужного типа; маты на основе кокосового волокна; объёмные георешетки; древесину; растения; шунты; бетонирование. Такие покрытия делятся на жёсткие и гибкие системы. К жёстким покрытиям относятся: подпорные стены, цементогрунт, бетонное покрытие береговой линии, стальные листы. К гибким: габионы, каменная наброска, георешётка.

Самым распространённым способом крепления береговых откосов является каменная наброска. При этом учитывается, что применение мелкого (менее 15 см) камня не обеспечивает достаточную устойчивость, а крупные (более 70 см) образуют щели больших размеров, что нарушает целостность откоса. Такое крепление используется при высоте подводного откоса от 2 до 8 и расчётной высоте ветровой волны от 0,7 до 2 м и при крутизне откоса 1:1,25–1:1,5. На более пологий откос (крутизной 1:2,5–1:5) укладывают тюфячные покрытия. Плитные крепления при крутизне откоса 1:1,5–1:3 выполняют из железобетонных плит толщиной 15–40 см, которые укладываются на фильтрующий слой из щебня или синтетического материала [2].

Одним из современных видов береговых покрытий являются габионы – сеточные коробки из оцинкованной проволоки двойного кручения, заполненные материалом природного происхождения. Для крепления отдельных элементов конструкции к грунту применяют специальные анкеры. Между собой коробка скручивается проволокой. Данные металлические конструкции гарантируют сохранение береговой линии и не препятствуют развитию подводной и надводной растительности. И даже благодаря накоплению частичек ила в ячейках сеток, создают благоприятные условия для роста подводных растений и нереста рыб. Для крепления отдельных элементов конструкции к грунту применяют специальные анкеры. Такое укрепление не даёт берегам водоёмов оплывать или размываться. Габионы рассматривают зачастую как дешёвую альтернативу бетону, хотя по прочностным характеристикам они, конечно, уступают ему. Но бетон плохо реагирует на температурные перепады, он не долговечен и не эстетичен. Поэтому габионы давно используются в Европе, а также в последнее время активно стали применяться и в России.

Основными недостатками габионных конструкций являются: сложная

технология изготовления и укладки габионов; относительно высокая материалоёмкость; сложность доставки материалов на труднодоступные участки эродированных земель.

Для труднодоступных горных и предгорных участков эродированных земель требуются более дешёвые и эффективные конструкции противоэрозионных сооружений, которые бы одновременно обеспечивали и инженерную защиту, и восстановление нарушенных земель [3].

Более эффективными средствами защиты можно считать георешётки – многомерные сотовые структуры из полипропиленовых (полиэтиленовых) лент толщиной около полутора миллиметров, спаянных в шахматном порядке с образованием прочной ячеистой структуры. При растяжении георешётка образует надёжный каркас, фиксируя наполнитель (бетон, песок, галька и прочие сыпучие материалы). Данный материал имеет целый ряд преимуществ: он нетоксичен, устойчив к агрессивным средам и ультрафиолетовому излучению, длительно сохраняет эксплуатационные характеристики (более 50 лет). Укрепление склонов георешёткой особенно эффективно, когда применение габионных конструкций затруднено из-за неровностей склона или особенностей грунта, при этом перфорированные стенки георешётки способствуют лучшему дренажу. Укрепление георешёткой может быть произведено как в отношении природных, так и в отношении искусственных водоёмов. Это могут быть реки, каналы, озёра, а также всевозможные сооружения гидротехнической направленности: быстротоки, перепады, колодцы [4].

Также находят применение и геотекстильные тубы – специальные контейнеры, имеющие разные размеры (длину, ширину, диаметры) и сшитые из высокопрочного полипропиленового геотекстиля. Особое плетение образует поры, которые пропускают воду только наружу геотекстильной тубы, тем самым обеспечивая удержание внутри контейнера твёрдых частиц. Использование геотекстильных туб позволяет предотвратить процессы эрозии береговой линии и защитить береговую территорию от разрушительного воздействия паводков в труднодоступных местах, где применение иных технологий может быть неэффективно [5].

Благодаря всему вышперечисленному именно геосинтетика в настоящее время всё активнее используется в берегозащите.

Выводы. В настоящее время осуществление эффективной берегозащиты, в основном, сводится к модернизации различных существующих конструкций. Но эта задача должна решаться значительно шире. Для выбора наиболее оптимального варианта «конструкция-технология возведения» требуется рассмотреть целый комплекс практических задач [6]. А самое главное – чётко представлять, что будет представлять из себя конструкция берегозащитного сооружения к моменту сдачи его в эксплуатацию. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- критически проанализировав существующее состояние строительных работ по возведению берегоукрепительных сооружений, обосновать выбор той или иной технологии строительства;
- провести экспериментальные исследования работы берегозащитного

сооружения выбранной конструкции;

- провести математические расчёты данной конструкции на ЭВМ;
- сопоставить результаты расчёта с данными эксперимента;
- оценить экономическую эффективность от применения новых технологий при возведении берегозащитных сооружений.

Список использованных источников

1. Айбулатов, Н. А. Геоэкология шельфа и берегов мирового океана / Н. А. Айбулатов, Ю. В. Артюхин. – СПб : Гидрометеоиздат, 1993. – 304 с.
2. Ткачев, А. А. Берегукрепительные конструкции в гидротехническом строительстве / А. А. Ткачев, В. В. Зарубин // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2019. – Т. 11, № 4-2. – С. 58-64.
3. Курбанов, С. О. Основы проектирования Природно-технических систем биопозитивной конструкции по регулированию русел, защиты и восстановления прибрежных зон / С.О. Курбанов, И.С. Румянцев // Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства и пути их решения : материалы Междунар. конф.– М. : МГУП, 2011. – Ч. 3. Безопасность гидротехнических сооружений. – С. 121-134.
4. Белогай, С. Г. Гидротехнические сооружения внутрихозяйственной мелиоративной сети : монография / С. Г. Белогай, В. А. Волосухин, А. И. Тищенко. – М. : ИЦ РИОР ; ИН-ФРА-М, 2013. – 321 с.
5. Нестеров, М. В. Гидротехнические сооружения : учебник. – Минск : Новое знание, 2006. – 617 с.
6. Цымарная, Н. А. Создание новых эффективных конструкций внутрипортовых и внепортовых берегозащитных сооружений во взаимосвязи с технологией их возведения : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.18. – Одесса, 1984. – 162 с.

УДК 627.8.065

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И БОРЬБА С ФИЛЬТРАЦИЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЛИНОЦЕМЕНТБЕТОННОГО МАТЕРИАЛА

*Ткачев А. А., д-р техн. наук, профессор¹,
Прочий Д. В., студент магистрантуры¹,*

¹*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова
ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», г. Новочеркасск, Россия*

Аннотация. В представленной статье проанализированы основные проблемы борьбы с фильтрацией в теле земляной плотины. Описан ряд гидротехнических сооружений, в которые была внедрена технология «стена в грунте». Рассмотрен отечественный и зарубежный опыт в гидротехническом строении с применением материала глиноцементбетон. Также приведён пример новых материалов и методов по уменьшению фильтрационного потока и укрепления откосов земляной плотины для увеличения эксплуатационного периода земляной плотины и безопасности в целом.

Ключевые слова: плотина, фильтрация, ГЦБ, эксплуатация, сооружение, безопасность, характеристика.

ANALYSIS OF RESEARCH METHODS AND CONTROL OF FILTRATION WITH THE APPLICATION OF CLAY CEMENT CONCRETE MATERIAL

*Tkachev A. A., Doctor of Technical Sciences, Professor¹,
Prochiy D. V. Master's degree student¹,*

¹*Novocherkassk Reclamation Engineering Institute named after A.K. Kortunov
FSBEI HE Donskoy SAU, Novocherkassk, Russia*