

*М.М. Вагидов, к.т.н., доц.
Дагестанский государственный институт народного хозяйства
Э.К. Агаханов, д.т.н., проф.
Дагестанский государственный технический университет*

ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОСТИ И ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ДАГЕСТАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Рассмотрены особенности дагестанского побережья Каспийского моря и инженерные мероприятия по защите его устойчивости.

Ключевые слова: дагестанское побережье, защита устойчивости, инженерные мероприятия.

*М.М. Вагідов, к.т.н., доц.
Дагестанський державний інститут народного господарства
Е.К. Агаханов, д.т.н., проф.
Дагестанський державний технічний університет*

ПРОБЛЕМИ СТІЙКОСТІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ИНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ ДАГЕСТАНСЬКОГО УЗБЕРЕЖЖЯ КАСПІЙСКОГО МОРЯ

Розглянуто особливості дагестанського узбережжя Каспійського моря та інженерні заходи по захисту його стійкості.

Ключові слова: дагестанське узбережжя, захист стійкості, інженерні заходи.

*M.M. Vagidov, Reader, Dr-Ing.
Dagestan State Institute of Economy
E.K. Agahanov, Prof., DrSc.
Dagestan State Technical University*

PROBLEMS OF STABILITY AND FEATURES OF ENGINEERING PROTECTION OF THE DAGESTAN COAST OF CASPIAN SEA

It is considered the peculiar properties of Dagestan coast of the Caspian Sea and engineering measures by protection of its stability.

Keywords: Dagestan coast, protection of stability, engineering measures.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими заданиями. Изменения уровня определяют смещение контура береговой линии. При этом огромна роль геоморфологических условий: чем меньше уклоны, тем больше отступает линия берега при повышении уровня. Так, при современном (с 1978 г.) подъеме уровня моря, около 10...20 см в год, побережье Дагестана отступает со скоростью 10...20 м, а на пологих берегах в пределах Калмыкии и дельты Волги – 100...1000 м в год.

Среди многих решений проблемы защиты поверхности суши от наступления моря имеется предложение об искусственном регулировании его уровня, что в принципе возможно, но малоцелесообразно вследствие исключительной дороговизны, длительных сроков строительства, необратимости действия. Кроме того, может произойти естественная смена тенденции изменения уровня еще до осуществления мероприятий по его регулированию. Неизвестны и экологические последствия такого регулирования.

Следует иметь ввиду, что даже при стабилизации уровня моря берега будут

отступать, по крайней мере первые 20 – 30 лет, и, следовательно, проблема их устойчивости останется.

Энергия волнения участвует в размыве берегов, усугубляя пассивное затопление суши, а составляющая (вдоль берега) потока волновой энергии наряду с геолого-литологическими и геоморфологическими условиями определяет объемы среднегодового перемещения наносов.

Прочность коренных пород (известняков и песчаников сармата) довольно велика, поэтому скорость их разрушения (миллиметры в год) можно считать независимой от воздействия волн. Гораздо существеннее воздействие волн на рыхлые отложения. В зависимости от их крупности и состава движение наносов может происходить в различных направлениях – вниз или вверх по профилю пляжа и подводного берегового склона. В условиях Дагестана при широком распространении выходов коренных пород на мелководных участках подводного берегового склона создаются благоприятные условия для существования бентосных организмов, вследствие чего крупные обломки раковин после отмирания бентоса выбрасываются на пляж, пополняя запасы его наносов, а после измельчения волнением ракушечный детрит оттягивается на подводный склон. Необходимым условием действия такого механизма является волнение.

Еще более существенны пространственные изменения составляющей (вдоль берега) потока волновой энергии, которыми регулируется емкость соответствующего потока наносов. Градиенты этой составляющей определяются возникновением размыва и аккумуляции на некоторых участках берегов.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых положено начало решению данной проблемы. Емкость потока наносов (вдоль берега) с юга на север (от Дербента до Аграханской косы) убывает от 400 до 200 тыс. м³ в год, местами резко изменяясь. Вместе с тем расчеты позволили подтвердить генеральное направление перемещения наносов на большей части побережья Дагестана и локализовать шесть участков разрыва потока наносов, из которых два обусловлены оградительными молами портов Каспийска и Махачкалы. Другими словами, любое прибрежное берегозащитное сооружение, препятствующее перемещению наносов, вызывает низовой размыв.

Есть основания полагать, что при продолжении подъема уровня моря береговая система на территории Дагестана распадется на еще более мелкие литодинамические подсистемы, которые будут развиваться независимо друг от друга. Так, разрыв потока наносов произойдет в северной части Дербента на участке мыса Каменная Коса. Этот разрыв, практически существующий сейчас, обуславливает сильнейший размыв берега к северу от мыса Каменная Коса. Для отмелей берегов в северном Дагестане, Калмыкии и Астраханской области насущной задачей является экспериментальное изучение действия инфрагравитационных волн, выявление их связи с короткопериодными штормовыми волнами и прогнозирование на этой основе деформаций рельефа в береговой зоне.

В пределах Дагестана существует три крупных источника терригенного материала – сток рек Самура, Сулака и Терека. Кроме того, имеется ряд сравнительно небольших рек, приносящих на берега наносы, но их роль в питании берегов осадочным материалом сравнительно невелика.

Твердый сток р. Самура составлял в недавнем прошлом около 7,6 млн. т. в год. Однако в связи с гидротехническим регулированием в последние десятилетия он значительно уменьшился – по некоторым оценкам, до 0,5 млн. т. В дельту Сулака до строительства Чиркейской ГЭС (1974 г.) поступало 13,2 млн. т. наносов в год, а после него – лишь 1,64 млн. т. В новую дельту Терека поступает около 3,0 млн. т. в год. Эти данные свидетельствуют о явно неблагоприятной тенденции поступления наносов в береговую

зону. В связи с этим необходимы не только дополнительные исследования стока наносов упомянутых рек, но и исследования стока наносов малых рек.

На значительной части побережья Дагестана до 70...90 % пляжеобразующих наносов представлено биогенным ракушечным и детрито-ракушечным материалом. Между тем, биогенная продукция бентоса исследована недостаточно для количественной оценки ее поступления на пляжи. Мало исследован процесс выхода ракушечного материала из балансовой системы пляжа. Это обусловлено быстрым его истиранием и опусканием на глубину.

В последние годы постоянно возрастает роль хозяйственной деятельности человека в балансе наносов. Она заключается в изъятии грунта из современных пляжей, в дноуглубительных работах на трассах подходных каналов, а также в пополнении запаса наносов на некоторых участках, в привнесении искусственных материалов. Кроме того, в процессе подъема уровня моря начинают сказываться отрицательно и ранее произведенные разработки пляжевых песков в пределах молодых террасовых комплексов. Эту сторону баланса наносов береговой зоны также следует тщательно оценить.

Существенные потери пляжеобразующего материала происходят и под действием эоловых процессов, направление которых неблагоприятно (со стороны моря преобладают сильные ветры).

Неравномерность поступления наносов на берега в пределах Дагестана, а также общий дефицит наносов побуждают перейти к новой стратегии защиты берегов – к увеличению ресурса их устойчивости. Основной ее элемент – переход к искусственному питанию берегов наносами прежде всего на участках, испытывающих острый дефицит в них и представляющих наибольший народнохозяйственный интерес. Работу по выбору таких участков, установлению методов, объемов и периодичности питания их наносами, а также источников наносов следует признать важнейшей.

Антропогенные воздействия на берега наглядно иллюстрируются последствиями, возникшими после строительства молов портов Каспийска и Махачкалы. При развитии и довольно мощном перемещении наносов к северу от сооружений возникли участки аккумуляции, а к югу – участки низового размыва. Это свидетельствует о том, что любое сооружение, препятствующее перемещению наносов вдоль берега, вызовет аналогичные последствия.

Даже при сооружении стенки, предназначенной для сохранения пляжа в Дербенте, технологические причины и повышение уровня моря привели к тому, что по обеим ее сторонам берег стал интенсивно размываться, а за ней образовалась заболоченная низина.

В условиях интенсивного отступления берега на некоторых пригородных территориях выполнены берегозащитные мероприятия, включающие глыбовые навалы и даже многорядовые шпунтовые стенки. Не давая заметного положительного эффекта, они к тому же полностью исключают берега из сферы рекреационного использования.

Среди многих сложных задач, стоящих сегодня перед человеком во всем мире, следует выделить инженерную защиту морских побережий от наступления морей. Морская эрозия наносит значительные ущербы жилым и промышленным зонам, местам рекреации и т. д. Среди многообразия защитных конструкций особое место занимает гибкая – из габионов и матрасов Рено. Это – коробки из металлической сетки двойного кручения, заполняемые камнем. Металлическая проволока, используемая в габионах, имеет противокоррозионное покрытие из цинка и ПВХ. Более 30 лет габионы и матрасы Рено применяются итальянской фирмой «Оффичине Маккаферри» в практике морских берегоукреплений. Успех и широкое распространение этой конструкции обусловлены ее простотой, экономичностью и экологичностью. На значительной части побережья Эмилии-Романьи (Италия) в результате морской эрозии

море «поглощало» в год 7,5 м побережья. Под угрозой затопления оказались населенные пункты, туристические зоны и сельскохозяйственные угодья. Защита берега различными конструкциями не принесла ожидаемого эффекта, так как ни одна из них не выдерживала штормовых нагонов. В 1985 г. здесь была построена песчаная дамба, защищенная матрасами Рено, обработанными гидробитумной мастикой. В январе 1986 г. сооружение подверглось воздействию сильных нагонных волн. Сооружение успешно выдержало это испытание.

Одна из основных железнодорожных линий, связывающая центр Италии с Калабрией, на участке Баттипалья-Реджо в начале 1980-х годов находилась в критическом состоянии из-за прогрессирующей эрозии насыпи (до 3 м в год), обусловленной штормовыми нагонами. Стабилизацию насыпи обеспечила только облицовка габионами и матрасами Рено. Такие же конструкции применены и на других участках этой же железной дороги (Бельмонте-Амантия и Амантия-Кампора) в 1984 г. До настоящего времени они действуют эффективно. Подобные конструкции применены также в Апулии (Италия), в Калифорнии (США), в Ал-Синайя (Саудовская Аравия), при строительстве дороги на о. Ромо в Дании.

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы, которым посвящена статья. Особенности рельефа и геоморфологии прибрежной зоны Каспия, обуславливающие затопление значительных территорий на одних участках побережья и интенсивный размыв берегов на других, требуют различных инженерных решений. При этом, независимо от способов берегозащиты и конструкции самих сооружений, должны быть решены вопросы выбора отметки расчетного уровня моря и соответствие существующей расчетно-нормативной базы проектирования гидротехнических сооружений условиям побережья Каспийского моря.

Согласно прогнозам не исключен подъем уровня Каспия в ближайшие десятилетия еще на 1...2 м, поэтому представляется обоснованной концепция поэтапной защиты побережья, с учетом фактического и прогнозного изменения уровня моря на ближайшие годы.

На Каспийском побережье необходим разумный компромисс между природоохранными мерами и экономическими интересами. При определении способов защиты побережья необходимо учитывать как природные процессы в береговой зоне, так и социально-экономические последствия на защищаемой территории. При разработке мер инженерной защиты населенных пунктов и народнохозяйственных объектов следует ориентироваться на максимальное сохранение природного равновесия в прибрежной зоне, использование для строительства берегозащитных сооружений местных материалов. Сооружения должны обеспечивать на защищаемой территории нормальную хозяйственную деятельность и безопасность людей. Для дагестанского побережья необходимо учитывать то, что песчаные пляжи на побережье – это достояние республики и в перспективе на их основе могут быть созданы основные морские здравницы Российской Федерации. Поэтому **целью** настоящей работы является разработка берегозащитных мероприятий для обеспечения сохранения естественных и создания искусственных пляжей, которые к тому же, как показывает мировая практика, являются наиболее эффективным способом защиты берегов от размыва.

Изложение основного материала исследований. Для инженерной защиты дагестанского побережья наиболее перспективной является концепция управления гидро- и литодинамическими процессами в береговой зоне [1]. Принципиальная возможность ее реализации подтверждается данными многолетних гидрометеорологических наблюдений, топогеодезических и инженерно-геологических изысканий, а также литомониторинга береговой зоны моря, проведенных в последние годы на дагестанском побережье научными и проектно-изыскательскими организациями.

Способы управления береговыми процессами можно условно разделить на две группы. К первой следует отнести способы, обеспечивающие статическую устойчивость берегов. Из них на дагестанском побережье целесообразно использовать каменную наброску для крепления берегового склона или откосов штормовых валов.

Вторая группа – это способы, обеспечивающие динамическую устойчивость пляжей в пределах прибойной зоны. Формировать пляжи можно путем отсыпки из валунно-глыбовых природных материалов волнорезов и волноломов, уменьшающих интенсивность транспорта наносов вдоль берега и перпендикулярно к нему, а также искусственных мысов из песчаного и гравийно-галечникового грунта, способствующих накоплению на защищаемом участке наносов в необходимом объеме и подпитке потока наносов, движущихся вдоль берега. Дополнительно материал для формирования свободного пляжа можно получить как прямой отсыпкой или намывом из подводных карьеров и траншей, так и намывом из отложений дельтовых систем. Последнее касается участков Аграханского залива, Сулакской бухты и Самура.

Для каждого участка, на котором предполагается создание пляжа, необходимо определить объем инертного материала, требуемого для образования профиля относительного равновесия, с учетом выноса твердых частиц за пределы пляжа, а также направления и интенсивности передвижения наносов вдоль берега.

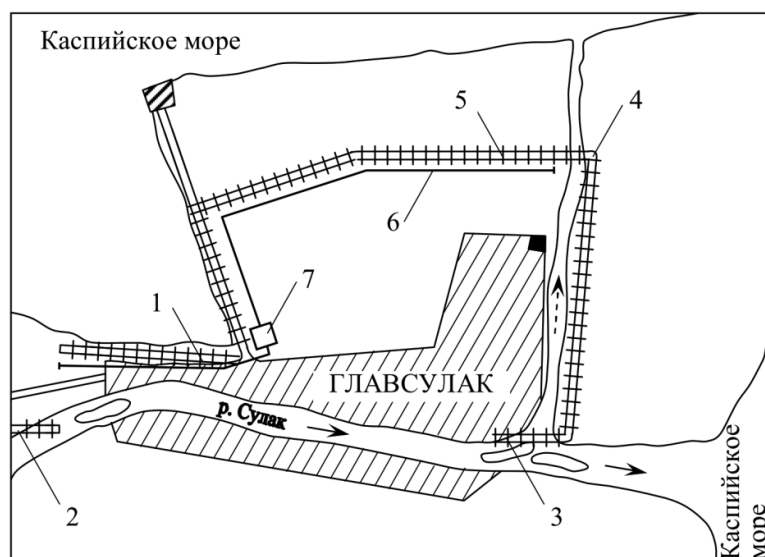


Рисунок 1 – Схема берегозащиты пос. Главсулак:
1 – 4 – проектируемые дамбы; 5 – существующая дамба;
6 – горизонтальный дренаж; 7 – насосная станция

В качестве первого опыта, в котором частично реализована концепция управления береговыми процессами для защиты побережья, может служить разработанный по результатам исследований гидродинамики и морфолитодинамики устьевое участка реки и прибрежной зоны моря в ДагПИ и Дагестанском отделении Инженерной академии России проект первоочередных мероприятий инженерной защиты от затопления и переработки берегов поселка городского типа Главсулака, расположенного в дельте р. Сулака (рис. 1). Для защиты поселка от затопления предусмотрено строительство четырех земляных оградительных дамб с намывным пляжным откосом со стороны моря, а от подтопления – задамбовый дренаж с насосной станцией. Предотвратить размыв левого берега реки Сулак в пределах поселка предусмотрено путем переформирования русла с тем, чтобы сместить динамическую ось потока к правому берегу. Материал для намыва пляжных откосов оградительных дамб предусмотрено транспортировать по пульповоду. При этом от земснаряда,

разрабатывающего грунт в русле реки, пульпа будет поступать на участки намыва пляжных откосов. В дальнейшем при эксплуатации сооружений для подпитки пляжа грунтом можно будет использовать земснаряд, расположенный в Сулакской бухте. Кроме того, проектом предусмотрен локальный намыв грунта на наиболее низкие участки территории поселка.

Исходя из 30-летнего опыта работы по инженерной защите морских побережий, фирма «Оффичине Маккаферри» представила проект крепления участка побережья Каспия у санатория «Дагестан». Проект выполнен в соответствии с соглашением между фирмой «Оффичине Маккаферри» и Западно-Каспийским БВО Комитета по водному хозяйству России. Рассмотрены два варианта крепления берега: 1 – линейное сооружение из массивной габионной кладки (рис. 2, а); 2 – линейное сооружение из облегченной габионной кладки с рядом коротких поперечных дамб (рис. 2, б, в). Возведение габионных сооружений блоками позволяет наращивать высоту коняструкции путем установки дополнительного ряда габионов, что очень важно в условиях подъема уровня Каспия [2].

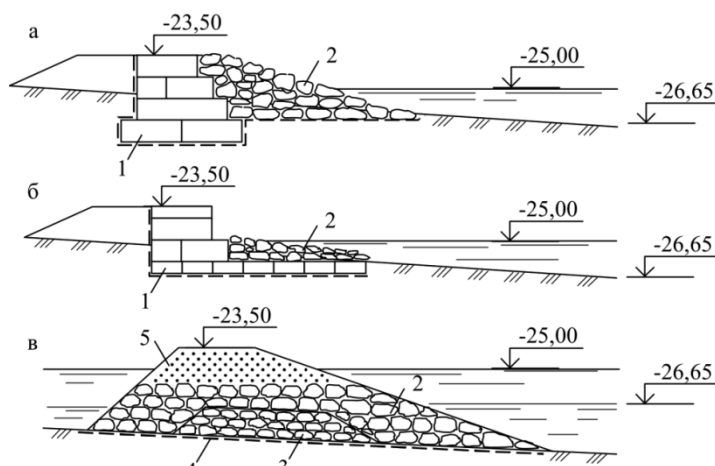


Рисунок 2 – Типовые сечения габионных конструкций, предложенных для крепления берега у санатория «Дагестан»: а, б – соответственно массивная и облегченная габионная кладка; в – короткая поперечная дамба; 1 – коробчатые габионы; 2 – защитная отсыпка из крупного камня; 3 – цилиндрические габионы; 4 – полотно геотекстиля; 5 – профиль дамбы на этапе строительства при повышении уровня Каспийского моря до отметки -25,00

Из возможных вариантов защиты населенных пунктов и объектов хозяйства северного Дагестана от подъема уровня моря – перенос объектов, локальная защита объектов, защита всей территории – наиболее полно позволяет решить природоохранные, социально-экономические, народнохозяйственные проблемы вариант защиты всей территории ограждающими дамбами с комплексом инженерных сооружений по регулированию водного режима территории [3]. Предлагаемый вариант комплекса сооружений позволяет надежно защитить низинные территории северного Дагестана от затопления, а берега – от размыва при прогнозируемом подъеме уровня моря.

Основные положения защиты ограждающей дамбой разработаны Ленгидропроектом.

Намечаемый комплекс сооружений предназначен для защиты от затопления и размыва береговой зоны в пределах северного Дагестана при подъеме уровня Каспийского моря до расчетной среднегодовой отметки -26,0 м и -25,0 м (максимально возможная) с учетом сгонно-нагонных явлений и волновых воздействий.

Проектируемые сооружения будут расположены на участке от г. Махачкалы на юге до границы с Калмыкией на севере. Трасса сооружений (протяженность 256,9 км)

разбита на 6 участков с учетом изменяющихся по ее длине нагонных подъемов уровня моря и параметров волн (рис. 3). Нагоны обеспеченностью 10% и 1% и параметры волн определены путем обработки данных натурных наблюдений. Наибольшее расчетное значение нагона на севере (участок I) составляет 2,8 м при высоте волны 1,5 м, а на юге (участок VI) – 0,9 м при высоте волны 2,9 м.

Хозяйственное использование защищаемых территорий предусмотрено по типу польдеров с устройством системы сбора и откачки поверхностного и грунтового стока, за исключением стока рек и других водотоков максимальным расходом более 10 м³/с, который отводится в море по имеющимся руслам с их дополнительным обвалованием.

Проектом предусмотрена поэтапная реализация защитных мероприятий как по высоте сооружений, так и в плане, по участкам побережья. Поэтапность возведения и соответственно эффект защиты уже на ранних стадиях строительства существенно сокращают сроки окупаемости капиталовложений.

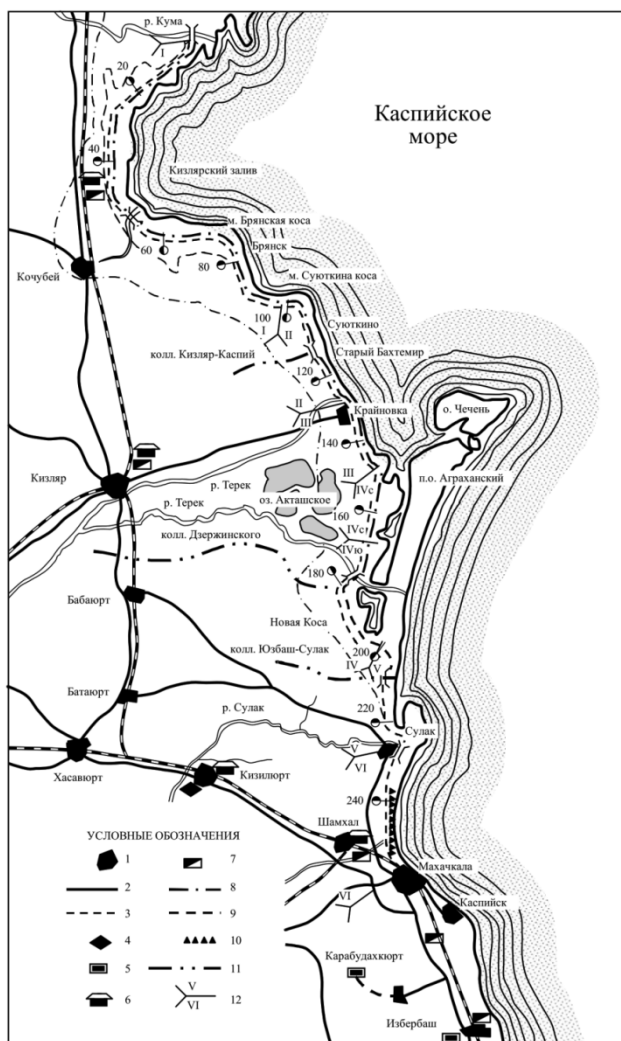


Рисунок 3 – Защита территории северного Дагестана ограждающей дамбой:
 1 – населенные пункты; 2, 3 – существующие и проектируемые автомобильные дороги;
 4 – карьер гравийно-голечного грунта; 5 – карьер скального грунта;
 6 – производственные базы; 7 – пристанционные склады грунтов;
 8, 9 – дамбы с креплением соответственно скальным и гравийным грунтом;
 10 – берегоукрепление скальным грунтом; 11 – коллекторы и сбросы каналов;
 12 – граница участка и его номер

Уверенность в прогнозе формирования динамически устойчивого откоса позволяет вести отсыпку дамбы поэтапно (в три очереди) по мере подъема уровня моря. Этому принципу подчинены конструкция дамбы, технология ее отсыпки, общая схема организации строительства (рис. 4).

I очередь. Возведение насыпи, обеспечивающей надежную защиту побережья от разрушающего воздействия волн и от затопления территорий, зданий и сооружений при нагонных подъемах уровня моря обеспеченностью 10% (повторяемость 1 раз в 10 лет), пока среднегодовой уровень акватории не превысит отметку -26,5 м. Одновременно параллельно фронту насыпи и под ее защитой отсыпают притрассовую строительно-эксплуатационную автодорогу, выполняют работы по обустройству защищаемой территории (обвалование внутренних водотоков, строительство дренажных коллекторов и насосных станций).

II очередь. Дополнительная отсыпка центральной части профиля насыпи и крепления верхового откоса до отметок, обеспечивающих защиту побережья и территорий при расчетном среднегодовом уровне моря -26,0 м и нагоне обеспеченностью 1%.

III очередь. При подтверждении прогноза дальнейшего подъема уровня моря до отметки -25,0 м выполняются работы второго этапа по повышению отметки гребня защитных дамб путем расширения профиля отсыпки и повышения его отметки с досыпкой крепления верхового откоса. Одновременно повышают отметки гребня дамб обвалований внутренних водотоков.

В проекте рассмотрены три варианта трассы расположения защитных сооружений: 1) прибрежная – отметки основания дамб близки к -26,0 м (выше современного уровня моря); 2) морская – отметки основания дамб близки к -29,0 м; 3) комбинированная – севернее п. Старотеречное – проходит по морской трассе, а южнее – по прибрежной.

Выводы. В результате сопоставления затрат по вариантам трассы с учетом эффекта от предотвращения затопления территорий выявлено безусловное преимущество варианта прибрежной трассы, которая рекомендуется к строительству. При этом площадь защищаемой территории составляет 238 тыс. га.

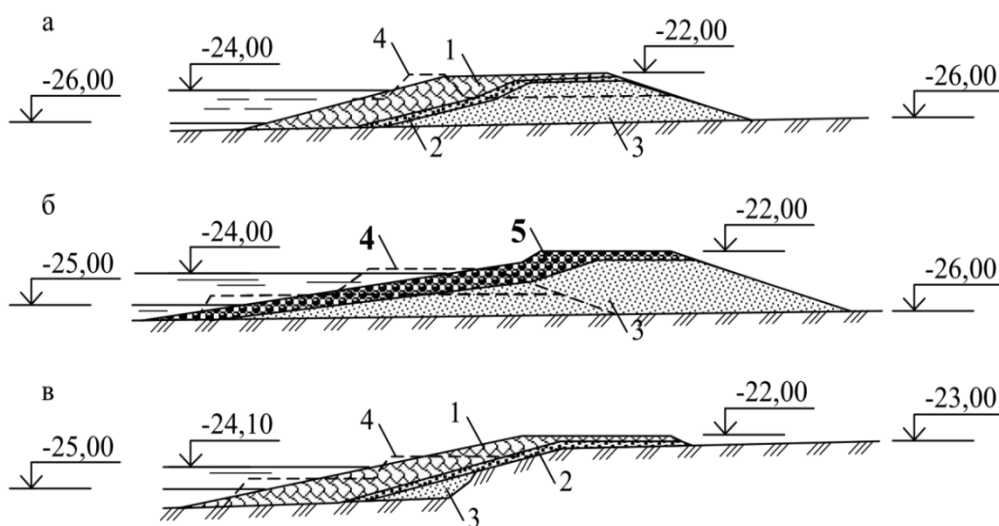


Рисунок 4 – Поперечные сечения: а, б – оградяющей дамбы с креплением соответственно скальным и гравийным грунтом; в – берега с креплением скальным грунтом; 1 – скальный грунт; 2 – песчано-гравийный грунт; 3 – местные грунты из притрассовых карьеров; 4 – первоочередная насыпь; 5 – гравийно-галечниковый грунт

Морфометрические особенности побережья северного Дагестана позволили отказаться от возведения защитных сооружений на ряде участков общей протяженностью 37,2 км. Таким образом, при общей длине трассы 256,9 км длина ограждающей дамбы составит 212,7 км, берегоукрепления – 7 км. Возможно, что при детальном проектировании и уточнении топоосновы районов Брянской и Суюткиной Кос протяженность незакрепляемых участков увеличится на 10...20 км.

Для сбора стока малых водотоков, атмосферных и фильтрационных вод вдоль трассы дамбы предусмотрен открытый придамбовый коллектор, из которого вода откачивается в море насосными станциями. Годовой расход электроэнергии на откачку примерно составит 100 млн кВт·ч, которые можно получить с помощью ветроустановок, располагаемых вдоль трассы дамбы. По оценкам Самарагидропроекта, ветропотенциал этого региона составляет несколько сотен миллионов киловатт-часов. Перспективным является также использование серийных ветромеханических насосов. Система ветроагрегатов должна быть продублирована линиями электропередач Дагэнерго.

В низменных местах северного участка, где периодически затапливаются сенокосные угодья, в теле дамбы устанавливают регулируемые водопропускные трубы.

Принципиальное значение имеет возможность осуществления системы защиты отдельными локальными «захватками», эксплуатацию которых можно организовать самостоятельно. Вместе с тем локальные решения должны учитывать общую концепцию защиты относительно положения трассы сооружений, притрассовой автодороги, сборного коллектора, конструктивных решений, транспортной схемы, строительных баз и т.п. Соблюдение общей концепции позволит избежать бросовых, неоправданных затрат при обеспечении максимальной эффективности капиталовложений.

Разработанные решения по организации строительных работ предусматривают разделение трассы на три района, обслуживаемых своими производственно-перевалочными базами, располагаемыми вблизи разъезда №14 железной дороги Кизляр-Астрахань, в г. Кизляре и в п. Шамхале.

Комплекс защитных сооружений является объектом природоохранного назначения, поддерживающим природную среду в естественном состоянии, наблюдавшемся в течение длительного времени, и исключающим отрицательные экологические последствия повышения уровня Каспийского моря (подъем уровня грунтовых вод, заболачивание и засоление земель, ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки, затопление сельскохозяйственных земель, населенных пунктов и др.).

Наиболее удачным из разработанных в ДагПИ блоков можно считать блок седловидной формы, имеющий треугольные выступы и углубления [4]. Анализ работы такого блока и сходных с ним конструкций других авторов позволил разработать специальный блок для берегоукрепления (рис. 5, а). Блок имеет высокую шероховатость, жесткость и устойчивость, может применяться для защиты морских, речных побережий и верховых откосов грунтовых плотин.

Пример двухленточного крепления откосов блоками приведен на рис. 5, б (здесь не показаны обратный фильтр под блоками и каменная упорная призма у нижнего уреза). При необходимости число лент можно увеличить (например, при наступлении моря) вверх по откосу, наращивая его, или по естественному склону.

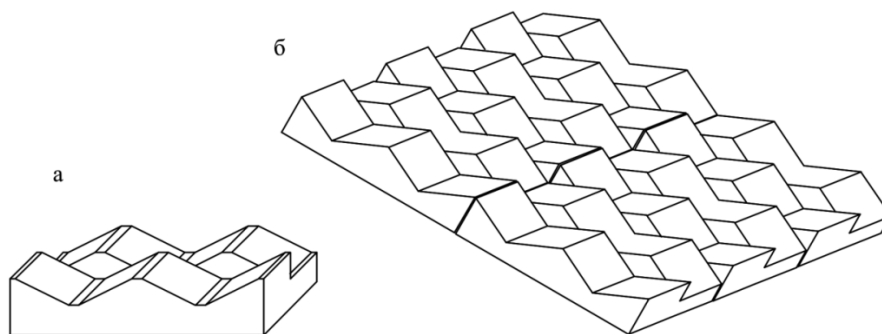


Рисунок 5 – Блочные конструкции берегозащитных сооружений:
 а – гидротехнический блок для крепления берега
 б – фрагмент крепления берега

Характерная особенность данного вида крепления – успешное гашение волн и течений, набегающих с любой стороны. Это обеспечивается тем, что в каждом блоке против седловидных углублений устроены треугольные выступы. Они предотвращают ускорение волны при любом угле набегания, при накате и при откате. Блоки соседних рядов смещены относительно друг друга примерно на четверть ширины блока. Это позволяет избежать сквозного движения воды в швах при откате фронтальных и косых волн, то есть препятствует размыву основания под действием сосредоточенного движения воды в швах.

Блок выполняется в одном типоразмере. Монолитное соединение откосов выступов и откосов углублений блока в процессе их формования обеспечивает ему дополнительную жесткость при сравнительно малой средней толщине. При размерах в плане примерно 2×4 м масса блока – 7...10 т, площадь – около 8 м^2 .

Ширина усеченных полок по краям блоков в два раза меньше, чем усеченных полок в углублениях и на внутренних вершинах выступов. Благодаря такому соотношению, повышается универсальность конструкции блока. Например, при устройстве морского мола или пирса блоки второго ряда (по высоте) укладывают перевернутыми выступами и углублениями вниз. При этом выступы верхних блоков должны входить в углубления нижних, а выступы нижних – в углубления верхних. В итоге получается очень устойчивая кладка.

Литература

1. Оцоков, А.Г. Научное обоснование инженерной защиты дагестанского побережья / А.Г. Оцоков, А.В. Магомедова // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – №1. – С. 28 – 30.
2. Чарла, М. Габрионные конструкции в практике морской берегозащиты / М. Чарла, К. Шевченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – №1. – 34 с.
3. Кураев, С.Н. Основные положения проекта защиты побережья северного Дагестана / С.Н. Кураев, А.А. Нейковский // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – №1. – С. 36 – 30.
4. Сулейманов, И.А.-Г. Блочные конструкции берегозащитных сооружений / И.А.-Г. Сулейманов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – №1. – С. 44 – 45.

Надійшла до редакції 27.09.2012
 © М.М. Вагидов, Э.К. Агаханов