

**Современное состояние водных путей  
и проблемы русловых процессов**

сборник статей

Москва, 1999

В.Н. Коротаев

ВОЛГО-КАСПИЙСКИЙ КАНАЛ:  
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ\*

Болго-Каспийский судоходный канал представляет часть единого глубоководного пути р. Волги и Каспийского моря. В выборе, исследовании и обустройстве трассы канала (Главного Банка) непосредственное участие принимали известные русские инженеры-гидротехники Н. А. Богуславский, М. Н. Герсеванов, В. Лестушевский, В. Е. Тимонов. Долгое время на окончательный выбор трассы фарватера сильное влияние оказывали так называемые "принципы Хартли", сформулированные английским инженером и математиком Джоном Хартли в 1845 году. Согласно им при выборе судоходного руслан предпочтение отдавалось волотоку с наименьшим расходом воды и наносов. Поэтому в период с 1845 по 1874 годы изыскания и пробное замечерпление велись только на Камызякском направлении. Однако большая заносимость экспериментальных прорезей (до 50% в 1910 году) заставила начать землечерпательные работы на Бахтемирском фарватере, который с 1818 г. использовался для выхода из устья Волги в Каспийское море. Выбор Бахтемирского направления в качестве основного судоходного оказался удачным, так как оказались неучтенные принципами Хартли правильному пересадению стока воды и наносов, сопутствующее искусственно углублению русаков, и естественная тенденция актилизации дельтового руслана Бахтемир в результате последующего регулирования стока в вершине дельты р. Волги (Рис. 1).

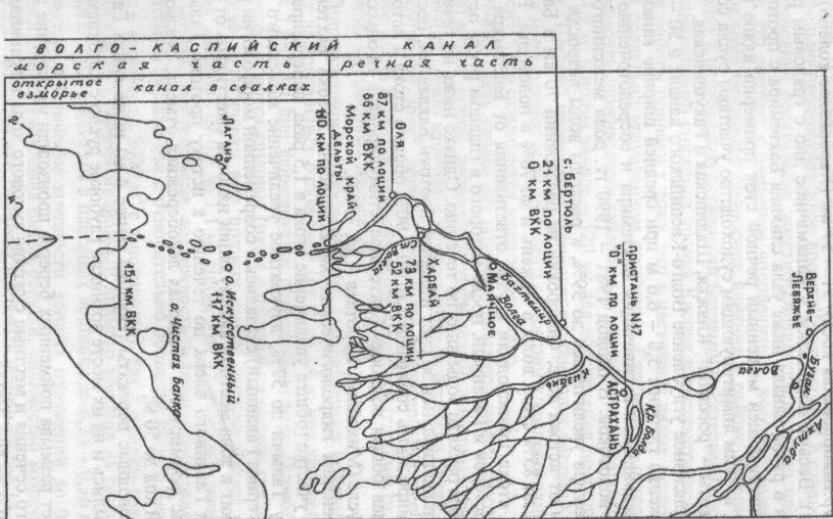
За 120-летнюю историю обустройства Бахтемирского фарватера был создан один из крупнейших морских каналов, не имеющий аналогов в мировой практике регулирования морских устьев рек. В современном состоянии общая его протяженность от административного начала в Траверзе пос. Бертопль (3 км ниже истока рукава Бахтемир) составляет около 180 км при средней ширине 120 м между проектными изобатами 4,9 м, более половины длины канала проложено на открытом взморье.

С первых шагов сооружения Болго-Каспийского канала возникла естественная необходимость борьбы с заносимостью речными и морскими

За 120-летнюю историю обустройства вахтемпского фарватера был создан один из крупнейших морских каналов, не имеющий аналогов в мировой практике регулирования морских устьев рек. В современном состоянии общая его протяженность от «административного» начала в траперстве пос. Бертьоль (3 км ниже истока рукава Бахтемир) составляет около 180 км при средней ширине 120 м между проектами изогатами 4,9 м, более половины длины канала проложено на открытом взморье.

С первых шагов сооружения Волго-Каспийского канала возникла естественная необходимость борьбы с заносимостью речными и морскими наносами. Эта задача решалась посредством ежегодного землечерпания и отражения канала дамбами из отвалов грунта. К настоящему времени транзитные глубины по трассе Волго-Каспийского канала составляют не менее 5 – 6 м. Большая часть канала, проходящая по открытому взморью, обводова-

Рис.1. Схема Волго-Каспийского канала и его Камызякского аналога



на песчаными параллельными дамбами, закрепленными посадками деревьев и тростником, защищающими его от воздействия ветровых волнений.

Схема Волго-Каспийского канала и его Камызякского аналога. Схема показывает расположение канала в сбросах, его протяженность (460 км по линии) и глубины (до 151 м ВКК). Показаны различные гидротехнические сооружения, включая дамбы (Датай, Харбай), пристань №17, порт Кургамыч и другие. Канал соединяет Волго-Каспийский канал с Каспийским морем. Камызякский аналог показан в виде схемы с глубинами (до 147 м ВКК) и протяженностью (до 87 км по линии).

Рис. 1. Схема Волго-Каспийского канала и его Камызякского аналога

Систематическое дноуглубление в объеме более 10 млн. м<sup>3</sup> в год в течение 120 лет и естественное врезание русла в условиях снижающегося уровня моря (до 1979 г.) позволили создать такие условия, при которых глубины практически не лимитируют судоходство. На большей части рукава Бахтемир также удается поддерживать гарантированные глубины при практическом уровне.

Наибольшие затруднения периодически возникают на участках русла, где исторически сложились зоны аккумуляции речных наносов: 42 – 46 км канала (Уральская коса), 51 – 57 км (Харбайское колено), 62 – 64 км (пос. Олы). Весьма плавкое и динамичное дно с гравийным рельефом наблюдается в русле канала ниже узла слияния Бахтемира с протокой Бакланской, увеличивающей меженный речной сток примерно вдвое (до 1400 м<sup>3</sup>/с). В XIX в. этим лимитирующим судоходство участком русла соответствовали перекаты – "россыпи". Княжья, Шалинская и Ракушинская.

Интенсивное углубление Волго-Каспийского канала в 50 – 60-е годы и достижение глубины 5,8 – 6,6 м при средней ширине канала 120 м привело к дальнейшей активизации Бахтемира и соорудившему стока в системе его водотоков. В период 1981 – 1990 гг. доля меженного стока в истоке Бахтемира увеличилась до 39%, а расходы воды возросли до 2350 м<sup>3</sup>/с, причем от истока до с. Федоровки на расстоянии 70 км в Бахтемире сохранилось до 85% стока воды в межень и до 70% в половодье. Наибольшие потери стока происходили в узле ответвления от Бахтемира рукавов Талыча, Постепек и Гаванин, после которого в главном русле оставалось не больше 40% расхода воды вниз по течению. Однако ниже по течению эти потери восстанавливались за счет втекания протоки Бакланской, после которой в Бахтемире вновь собирались до 80 – 90% общего стока в истоке рукава. Возросшая общая волнистость Бахтемира стимулировала процессы саморазмыва в русле (Михайлов, Корогаев и др. 1993).

Изменения гидрологических характеристик потока Бахтемира на Харбайском участке (общее увеличение стока в 1,5 раза, перераспределение его в пользу Талычи до 57%, двукратное увеличение меженного расхода ниже истока ерика Гаванин) сказались в современной морфологии русла.

- перекат и зона местной аккумуляции наносов сместились от истоков ерика Гаванин вверх по течению к истоку протоки Талычи, где сейчас формируется обширная левобережная отмель, сужающая судовой ход до 50 м;
- мелководные перекаты (глубина менее 4 м) ниже ерика Гаванин размылись и на их месте возникло глубокое русло с глубинами более 6 м;
- за счет размыва пойменных берегов произошли увеличение ширины живого сечения и местные сужения судового хода в гранитах изобраты 4,9 м до 50 – 100 м;
- появившиеся зоны постоянной аккумуляции русловых наносов на левобережном побочке и косе, на стрелке в узле слияния Бахтемира и Постепека. В результате на фоне увеличения расходов воды в Харбайском колене до 500 м<sup>3</sup>/с и периодического дноуглубления произошло сокращение ширины судового хода, хотя глубина русла местами достигает (до 9 м).

Анализ интенсивности и направленности русловых деформаций на Харбайском перекатом участке за последние 60 лет (Корогаев, Михайлов, 1995) показал, что один из крупнейших дельтовых рукавов р. Волги – Бахтемир, довольно продолжительное время находившийся в стадии активизации, за последние десятилетие заметно снизил темпы этого процесса. Повидимому, это связано с влиянием вододелителя, который даже в нерабочем режиме оказывает подпорное влияние в районе вершины дельты, что приводит к ослаблению активности Бахтемира. Естественная эрозия дна в период длительного снижения уровня Каспия и систематические дноуглубительные работы привели к тому, что в настоящее время русло рукава находится в предельно углубленном состоянии. Стремление пучевых организаций превысить сложившиеся габариты судового хода (глубина на кромках канала – 4,9 м; ширина канала – 120 м) для обеспечения проводки буровых установок "Шельф" приводят к защемлению прибрежных частей Харбайского колена и к необходимости постоянного ремонтного землечерпания, которое в данной ситуации оказывается мало эффективно.

Речная часть канала (от истоков Бахтемира до морского края дельты) представляет собой достаточно устойчивый дельтовый рукав – Волги, формирующий серию излучин и прямолинейных отрезков русла в так называемой "буровой зоне" дельты. Наиболее характерными особенностями рельфа его русла является наличие серии перекатов (глубина от 5 до 8 м) и разделяющих их пlessовых лодшин (от 15 до 20 м).

Гидролокационное обследование дна Бахтемира показало, что при минимальме альлювиальных отложений (от 2 до 14 м над кровлей коренных хазарских глин) на дне формируется грядовый рельеф. Преобладающими формами его являются крупные гряды – перекаты и мелкие гряды – рифели, занимающие практически всю ширину русла. Рифели имеют следующие параметры: высота – от 0,3 до 1,1 м, длина – от 15 до 25 м в зависимости от глубины потока. Значительная подвижность донных отложений в определенной степени связана как с относительно большими стоком Бахтемира (от 2250 м<sup>3</sup>/с в межень до 5600 м<sup>3</sup>/с в половодье), так и мелким гранулометрическим составом. Средний медианный диаметр наносов на речном участке колеблется от 0,06 – 0,14 мм в пlessовых лодшинах до 0,24 – 0,36 мм на гребнях перекатов. Увеличение крутизны донных отложений до 0,42 мм на блюдах в местах скопления бытой ракушки, количество которой в пробах достигает 15 – 45%. На дне глубоких пlessовых лодшин (более 15 м) встречаются выходы коренных морских глин, прикрытых тонким слоем бытой ракушки (Корогаев, Римский-Корсаков и др., 1996).

Участок Волго-Каспийского канала протяженностью около 90 км, расположенный за пределами субазуральной (насемной) дельты Волги на акватории устьевого взморья (авандельты), называется морским. Эксплуатация этого участка канала усложняется тем, что помимо речных факторов существенное влияние здесь начинают приобретать ветровое волнение,

натоны и стоны, особенно на открытом взморье, где канал не имеет защищенных обвалований. Морской участок канала представляет собой современное гидroteхническое сооружение, образованное искусственным путем на про- должении региональной дельты выдвижения рукава Бахтемир, превратившей первый период своего активного развития после сооружения канала и привлечении в него основной части стока Бахтемира. Примерно в 1926 г. закончилась история естественного устьевого уединения Бахтемира и начинавшись период переформирования обвалованной части канала, трансформация протекла по профилю, для канала, образование проранов и их микрорельеф, развитие внутреннего речного устьевого бара и внешнего морского устьевого бара, формирование морских береговых баров на забровочных отмелях и на внешней границе авандельты.

Морская часть Волго-Каспийского канала начинается на 96 км ("0" км ВКК), несколько ниже морского края наземной дельты. В начале XX века здесь располагалась западная часть Бахтемира у пос. Ольг. Устьевой створ проходил в проливе островов Зюзин и Бирючая Коса. Внутренний устьевой бар формировался в районе россыпи Ракушинской (70 км ВКК), который впоследствии стал основой для развития региональной двухрукавной дельты выполнения залива. Заполнив наносами западную часть залива вдоль Бирючей косы, Бахтемир сконцентрировал сток в восточном рукаве, но формирование новой региональной дельты не произошло, т.к. строительство Волго-Каспийского канала нарушило естественное развитие водотоков в этой части дельты Волги. В наступившее время происходит образование очередного внутреннего (речного) устьевого бара, который, по данным про- меров 1960 г., располагается на 87 км ВКК, а к 1990 г. сместился в район 110 км. Это явилось следствием сохраняющейся тенденции к врезанию речного потока, следовавшего за опускавшимися до 1979 г. уровнем Каспийского моря.

- Местоположение и состояние речных устьевых баров, расположенные зон аккумуляции и размыка, особенности рельефа дна канала в его об- валованной части тесно связаны с изменчивостью скоростного режима потока, мутности и уровней в канале, характером водообмена между рекой и морем, изменением длины обвалованной части канала, уклонами водной поверхности и объемами земледелия. Поскольку все они постоянно ме-нялись на протяжении истории Волго-Каспийского канала, происходило изменение гидрологоморфологических показателей канала по его длине, создавая неустойчивое состояние русла.
- По особенностям проявления гидрологоморфологических процес-сов и строения полволнового рельефа обвалованную часть Волго-Каспийского канала можно разделить на четыре участка (зоны):
- 1) переходную зону от речной (перекатной) части к морскому из-за отсутствия обваловки, отделенную резким перепадом продольного профиля и самым глубиной от 6 до 14 м (90 – 105 км ВКК);

- 2) зону "шалыг" – довольно рельефных и подвижных песчаных гряд, смешивающихся вниз по течению (105 – 115 км ВКК);
- 3) зону "ям и суволей", где на общем относительно отмелом фоне (6 – 7 м) наблюдаются резкие локальные углубления дна от 10 до 28 м (115 – 130 км ВКК);
- 4) зону устьевого мелководья с относительно выровненным дном и глубинами 5 – 6 м (130 – 150 км ВКК).

Характерной особенностью обвалованной части канала является существование множества искусственных и естественных проранов, в устьевых зонах формируются свои микрорельефы и микрорельефные бары. Благодаря им, осуществляется растекание потока в обе стороны на 85 – 103 км ВКК; втекание вод с обеих сторон на 115 – 117 км ВКК; поперечный поток вод на запад на 103 – 115 км ВКК.

Данные гидрологических записей обвалованной части канала и продольного эколотирования фарватера показали, что в русле распространены два типа донных форм рельефа: крупные гряды – перекаты и мелкогрядовый рельеф – рифели, размеры которых изменяются в соответствии со сменной гидравлического режима потока. На участках с повышенным речным стоком (не менее 500 м<sup>3</sup>/с) средняя длина перекатов составляет 3 – 4 км, их высота – от 3 – 4 до 8 – 10 м. В зоне "шалыг" размеры этих гряд неско-лько уменьшаются: длина – 0,5 – 1,5 км, высота – до 1,5 м, что соответству-ет ослаблению транспортирующей способности речного потока и мест-ной аккумуляции наносов.

Динамика рифелей во многом определяется объемом переносимых рекой наносов. Поэтому по мере уменьшения стока в канале в результате оттока воды в боковые прораны происходит заметное уменьшение их высоты – до 0,2 – 0,4 м и длины – от 18,5 до 9 м. Постепенно мелкогрядовый рельеф дна сменяется малоподвижным неровным дном (ниже 140 км ВКК).

По гравиметрическому составу русловой аллювиальной обвалованной части канала обнаруживаю тенденцию к уменьшению крутизны донных наносов вниз по течению от 0,42 до 0,27 м на перекатах и от 0,22 до 0,14 м в пильсовых лощинах. Ниже 130 км ВКК дно канала преимущественно сложено крупным аллювиумом и илами (рис.2).

Морская часть Волго-Каспийского канала, расположенная в пределах открытое устьевого взморья, представляет собой прорезь, проложенную че-рез мелководную акваторию авандельты. Волги на расстоянии около 30 км (150 – 180 км ВКК). Ширина прорези колеблется от 90 до 130 м, глубина – от 5,2 до 6,2 м. Двухметровые глубины на забровочных пространствах канала постепенно увеличиваются от прореза по линии наливного острова в обвалованной части канала (151 км ВКК) к району банки Часовой (180 км ВКК) до 5 м на Астраханском рейде. Эта часть канала испытывает сильнейшее воздействие ветровых волнений западных и, особенно, восточных рум-

бов, являющихся главной причиной заносимости прорези. По данным изысканий Астраханского отдела института "Союзморнипроект", среднегодовые объемы заносимости на период низкого положения уровня Каспийского моря (1971 – 1979 гг.) составляли порядка 6550 тыс. м<sup>3</sup>/год. Для сравнения: в речной части Волго-Каспийского канала среднегодовые объемы заносимости за этот же период не превышали 550 – 650 тыс. м<sup>3</sup>/год, на обвалованной части морского участка канала – 300 – 350 тыс. м<sup>3</sup>/год.

Интенсивность и направленность гидрологоморфологических процессов и русловых деформаций в рукаве Бахтемир претерпела существенные изменения за последние 100 лет. В период естественного развития дельты Волги (1881 – 1941 гг.), особенно во время быстрого снижения уровня Каспия в 1917 – 1926 гг. и 1930 – 1940 гг., более 60% суммарного стока в вершине дельты поступало в восточную подсистему дельтовых рукавов. С началом работ по созданию Волго-Каспийского канала и углублению Бахтемира совпадает период увеличения стока в Бахтемирской системе дельтовых водотоков. Следствие этого явления – широкое развитие процессов саморазмыва русла, сопровождавшееся обмелением пlesов и углублением перекатов. За период 1919 – 1953 гг. произошло углубление русла Бахтемира в среднем на 1 м; в приморской зоне русло углубилось на 2 – 3 м. За период 1929 – 1956 гг. морской край дельты на участке сопряжения с Волго-Каспийским каналом сместился на 20 – 30 км в сторону моря (Байдин и др., 1956).

Анализ деформаций продольного профиля дна Бахтемира и Волго-Каспийского канала от пос. Бертьюль до морского края низменной дельты (район гони Чулпановской на 90 км ВКК) за период 1938 – 1990 гг. показал, что за это время произошел размыв дна в среднем на 2 – 4 м. В пределах обвалованной части Волго-Каспийского канала от 88 до 117 км ВКК наблюдалась размыв дна в сплошь от 1 до 4 м. Ниже о Использованного отмечен процесс заполнения локальных углублений русла («само»), глубины в которых уменьшились на 5 – 6 м. Примеры последних лет показали возможность формирования в пределах обваливавшейся части канала побочней и перекатов, буждания динамической оси потока, что пока не нарушает общей прямолинейности канала (Коротаев, 1995). Начавшийся подъем уровня Каспийского моря в течение первых 10 лет не внес существенных корректировок в процессы руслоформирования на Волго-Каспийском канале.

В речной части канала (рукаве Бахтемир) до настоящего времени наблюдался типичный для равнинных рек процесс формирования русла с закономерным чередованием зон аккумуляции и размыва от  $\pm 10$  см/год до  $\pm 30$  см/год по оси максимальных глубин и от  $\pm 100$  тыс. м<sup>3</sup>/год до  $\pm 500$  тыс. м<sup>3</sup>/год по ширине русла в границах изобаты 5 м. В приморском районе Волго-Каспийского канала размывы русла сохранились до середины 80-х годов в среднем со скоростью до 10 см/год. В настоящее время в условиях быстрого повышения уровня моря

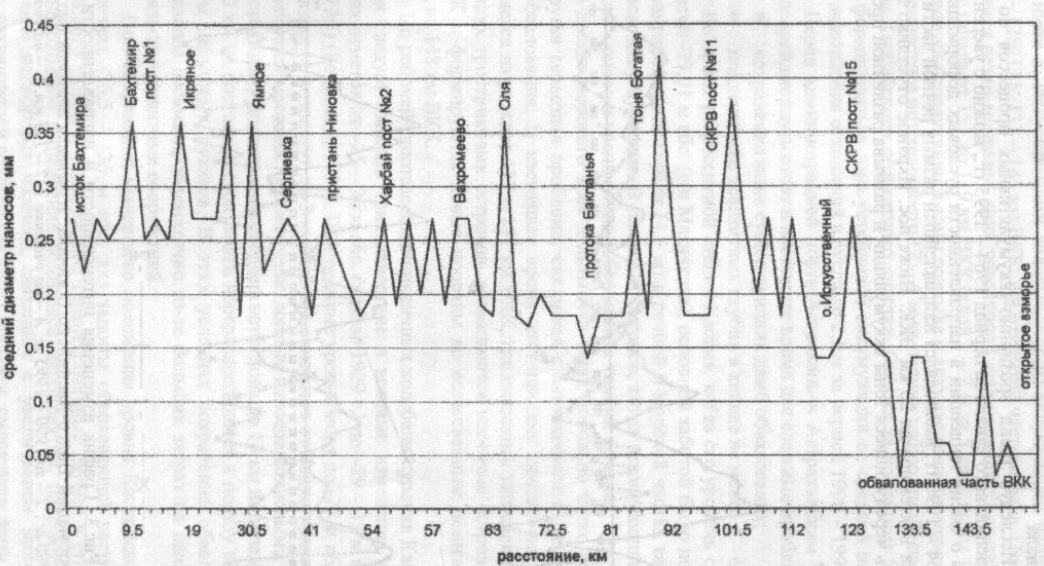


Рис. 2. График изменения крупности русловых отложений по трассе Волго-Каспийского канала

практически повсеместно происходит приращение отметок дна в морской части канала.

Исследуя тренд эрозионно-аккумулятивных процессов по трассе Волго-Каспийского канала за период 1964 – 1995 гг., можно с уверенностью говорить о смене тенденции в направленности речевых деформаций (рис. 3). В 1964 – 1990 гг. наблюдался направленный размыв речной части канала от истока Бахтемира до 20 км ВКК. Ниже пос. Иргнто отчетливо прослеживались чередующиеся зоны аккумуляции и размыва различной протяженности.

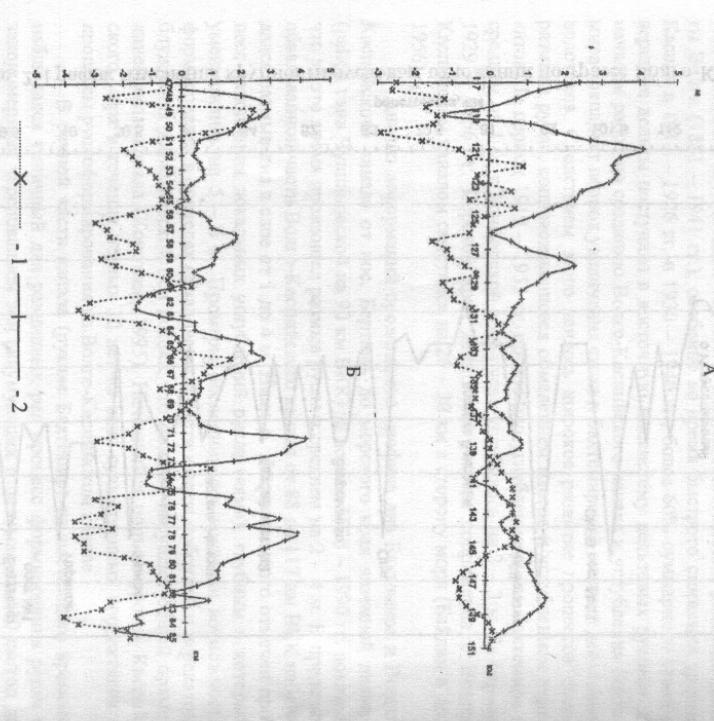


Рис.3. График изменения интенсивности и направленности речевых деформаций Волго-Каспийского канала. Изменение отметок дна: 1 – за 1964 – 1990 22; 2 – за 1990 – 1995 22. А – на участке 117 – 151 км, Б – на участке 47 – 85 км.

7 \*\*

103

и малой интенсивности ( $\pm 2 - 3$  м за период наблюдений). В морской части канала ниже о. Искусственный локальный зоны аккумуляции наблюдались на 121 – 125, 131, 137 – 145 км ВКК, и в открытой части канала. После 1990 г. ситуация резко меняется: зона устойчивой аккумуляции занимает теперь участок канала от 151 до 119 км ВКК (стол 1 – 2 м за 5 лет), выше которого формируются чередующиеся зоны размыва и аккумуляции примерно равной протяженности и интенсивности (2 – 4 м за период наблюдений) до нижней границы Харбайского перекатного участка. Отсюда за последние 5 лет начинает формироваться зона устойчивой аккумуляции со средней интенсивностью накопления отложений в русле до 2,5 м за период 1990 – 1995 гг.

Перед администрацией порта Астрахань и Астраханским управлением Каспрайморпути стоят в настоящее время две сложные проблемы:

- сохранение ныне существующих дамб обвалования;
- поддержание транзитных глубин в канале не менее 5 – 6 м.

Во время регрессивной стадии Каспия, когда его уровень снижался до отметки -29,01 м абсолютной высоты (г.п. Махачкала), основной заботой было поддержание гарантированных глубин (4,9 м) в речной и морской частях канала посредством дноуглубления. В начале 90-х годов, когда поднимавшийся уровень моря привел к увеличению забровочных глубин не менее чем на 1 м и подпор достиг морского края дельты (г.п. Оля), довольно четко обозначилась другая серьезная проблема, связанная с затоплением и разрушением дамб обвалования. В настоящее время этот процесс достаточно активно проявляется на участке 137 – 151 км ВКК, где оказались затопленными ряд небольших пристниковых островов, размываются песчаные острова на 151 км ВКК и формируются новые проры по естественным понижениям в дамбах на 148 км ВКК.

По рабочей гипотезе квазикиркульных колебаний уровня Каспийского моря следует ожидать тридцатилетнее и вековые изменения уровня в пределах отметок от -25 – 26 м абсолютной высоты (аналог 1929 г.) до -29 – 33 м абсолютной высоты (аналог 1977 г.) (Родионов, 1991). При подъеме уровня моря до -25 м абсолютной высоты на заморье возрастут до 3 м, взморье очистится от водной растительности и начнется массовое перемещение донных наносов волновыми течениями. Постоянному подтоплению подвергается зона до 15 км на западе дельты и до 30 км на востоке, а сток Волги перераспределится в пользу восточной системы дельтовых рукавов. В этих условиях сохранение обвалованной части канала весьма проблематично из-за больших затрат на капитальное строительство защитных сооружений.

При сохранении наилучшего положения уровня Каспийского моря на отметках -26,5 – -26 м абсолютной высоты для защиты обвалованной части Волго-Каспийского канала и поддержания гарантированных глубин в его речной части необходимо выполнение комплекса мероприятий, направленных на устранение нестабильных явлений, связанных с увеличением забровочных глубин, активизацией водообмена через проры, смещением зоны динами-

ческого подпора и зон аккумуляции речных и морских наносов в сторону Морского края дельты Волги.

В речной части канала в современных гидрологических условиях коренное улучшение судового хода на Харбайском перекатном участке может быть достигнуто посредством регулирования узла разветвления Бахтемира и Талычи с целью перераспределения стока в пользу Харбайского колена, где проектный расход должен быть не менее  $800 \text{ м}^3/\text{s}$ . Технические способы регулирования стока в узлах разветвления речных рукавов достаточно известны и не требуют отдельного обоснования (полузапруды, струйно направляющие дамбы и т.п.). Однако, учитывая сложившуюся экологическую ситуацию в дельте Волги и политику местных природоохранных органов, направленную на жесткое ограничение гидротехнических мероприятий, решение задачи регулирования стока в Тальчинском узле путем возведения сооружений становится нереальной. Поэтому предлагаются иной комплекс мер для поддержания установленных габаритов пути (глубина – 4,9 м, ширина – 120 м):

- выполнение удлинения захода в Харбайское колено путем подрезки левобережной отмели на Тальчинской стрелке и аккумулятивного выступа на правобережном побочнике;
  - отсыпка встречной струей направляющей дамбы на Тальчинской стрелке длиной 300 м от пойменного берега до глубины 4 м для уменьшения стока наносов в Харбайском колене;
  - выполнение землечерпания на прямолинейном отрезке Харбайского перекатного участка для восстановления проектной ширинды судового хода;
  - подрезка правобережной косы-стrelки на слиянии Бахтемира и Пойстека при одновременном повышении отметок отмели до уровня низкой поймы путем рефурирования на нее грунта для устранения основной причины сужения ширины судового хода на 60 – 61 км ВКК и ограничения растекания речного потока при высоких уровнях.
- Другие перекатные участки (12 – 13 км, 21 – 23 км, 33 – 35 км, 42 – 45 км, 67 – 71 км и 76 км ВКК) не требуют в настоящем время дноуглубительных работ. Однако, на участке осередкового разветвления в районе с.Плес (42 – 45 км ВКК) периодически могут возникать проблемы в связи с блужданием динамической оси потока и периодической активизацией той левой, то правой бороздины. Здесь необходимо проводить русловые изыскания и корректировать положение трассы судового хода.
- При дальнейшем развитии процесса смещения зоны подпора вверх по реке и усилении процессов аккумуляции в русле необходимо провести выправительные работы по укреплению правого выпуклого берега на 60 – 61 км ВКК и отсыпать струйнаправляющую дамбу на 62 км ВКК для стабилизации положения динамической оси потока у левого берега, что диктуется

*современной естественной тенденцией развития этого участка русловой темири.*

В морской части канала сохранение обвалованной части Волго-Каспийского канала в условиях стабилизации или незначительных колебаний уровня моря может быть достигнуто выполнением следующих мероприятий:

закрытие существующих проранов или уменьшение их ширины до 50 – 100 м (по согласованию с Управлением Северо-Кавказского рыболоводства) для предотвращения дальнейшего размыва концевых частей островов в проранах и возможного разрушения дамб обвалований, а так же для уменьшения количества очагов местной заносимости за счет попадания в канал наносов из акватории забуртовых пространств и от размыва обвалований; ликвидация потенциальных зон возможного проникновения морских вод через понижения в дамбах путем рефурмирования грунта на берег при ремонтных работах в канале на 137 – 148 км ВКК;

укрепление наиветренних (прежде всего – восточных) склонов существующих дамб обвалований фасинными и тюфячными кладками или каменистой наброской; наращивание островов в высоту и ширину; оставшись после перекрытия и сужения прораны в отраженной части канала желательно ориентировать с восточной стороны в северо-восточном направлении, с западной – в северо-западном направлении под углом 35 – 40° к оси канала. Это мероприятие позволит оптимизировать режим водобомбы в канале таким образом, что при нагонах водные массы будут выходить из канала на забровочное взморье, а при снонах, наоборот, поступать в канал, усиливая промыльное действие потока. Ориентированность проранов потерпек основного направления миграции речных и морских наносов и их выдвижущесть за общую линию обвалований позволит управлять частью этих наносов и аккумулировать во вхолющих углах между валами проранов и отражением канала, увеличивая тем самым мелководную волногасящую "попушку" по обеим сторонам Волго-Каспийского канала.

При ремонтном дноуглублении прорези в открытой части канала следует избегать полводных отвалов грунта на кромки канала, при необходимости следует делать полводный отвал грунта на восточную кромку.

Уменьшение заносимости морской части канала речными наносами может быть достигнуто созданием отстойника в отраженной части канала в виде переуглубленной и удлиненной прорези, например, на 80 – 85 км ВКК ниже узла слияния ертика Бакланенка и протоки Бакланней с рукавом Бахтемир, где по данным сейсмоакустического зондирования коренное ложе из морских глин располагается на отметках ~45 м абсолют., а мощность аллювия составляет 10 – 14 м. Переуглубление рекомендуется выполнять непосредственно перед половодным пойменным уровнем в реке, когда приходит в движение основная масса русловых наносов.

**ЛИТЕРАТУРА**

*Байдин С.С., Линберг Ф.Н., Самойлов И.В.* Гидрология дельты Волги Л.: Гидрометеоиздат, 1956.

*Коротаев В.Н.* Направленность и интенсивность русловых деформаций в дельте Волги // Вестник Моск. ун-та. Сер.5. География. 1995. №5.

*Коротаев В.Н., Михайлов В.Н.* Изменения гидрологического режима и русловые деформации дельтового рукава Бахтемир в условиях регулирования стока Волги и колебаний уровня Каспийского моря // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. Вып.10.

*Коротаев В.Н., Римский-Корсаков Н.А. и др.* Морфология русла и литология аллювиальных отложений в рукаве Бахтемир дельты Волги // Вестник Моск. ун-та. Сер.5. География. 1996. №5.

*Михайлов В.Н., Коротаев В.Н. и др.* Гидрологоморфологические процессы в устьевой области Волги и их изменения под влиянием колебаний уровня Каспийского моря // Геоморфология, 1993. №4.

*Родионов С.Н.* Основные этапы в ходе уровня Каспийского моря и их связь с изменениями климата за последнее тысячелетие // Тр. ГОИНа. 1991. Вып.163.