



УДК 551.461, 627.52, 627.423, 626.92

АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСЛОВИЙ СУДОХОДСТВА НА ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ МОРСКОМ СУДОХОДНОМ КАНАЛЕ

Шестова Марина Вадимовна, доцент, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений
ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта».
603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Аннотация. Волго-Каспийский морской судоходный канал (ВКМСК) является одним из крупнейших гидротехнических сооружений в мировом масштабе и стратегически важным для экономики юга России объектом. Одним из основных факторов, усложняющих условия нормальной эксплуатации ВКМСК, является его заносимость. В статье представлены результаты анализа научно-технической информации по обеспечению условий судоходства на ВКМСК, в том числе с учетом проводимых ранее научно-исследовательских работ.

Ключевые слова: судоходные условия, ремонтное дноуглубление, оградительные дамбы, заносимость канала.

Объектом исследования является Волго-Каспийский морской судоходный канал (ВКМСК) протяженностью 188 км. Месторасположение начального пункта исследуемого объекта: (0 км) – рукав Бахтемир в районе п. Красные Баррикады, конечного (188 км) – Каспийское море.

Навигационные параметры канала поддерживаются ежегодными ремонтными (эксплуатационными) дноуглубительными работами (РДР). В настоящий период ввиду понижения уровня воды в Каспийском море, наличия сложного ветро-волнового режима и особенностей барового участка ВКМСК, объем таких работ с течением времени только растет, что требует для поддержания судоходных глубин и обеспечения безопасности судоходства большого количества дноуглубительной техники и ежегодного вложения большого объема государственных финансовых средств.

Для того, чтобы оценить возможные варианты поддержания судоходных условий на ВКМСК, был выполнен анализ предложений и проведенных мероприятий по обеспечению условий судоходства по результатам проводимых ранее научно-исследовательских работ различными организациями.

На условия судоходства в ВКМСК существенное влияние оказывают колебания уровня воды в Каспийском море. За весь период проводимых исследований по выявлению причин колебания уровня воды Каспийского моря рассматривались различные варианты его стабилизации. Предлагаемые проекты по стабилизации уровня Каспийского моря приведены в табл.1.

Проекты по стабилизации уровня Каспийского моря

Предлагаемые проекты			
отчленение с помощью дамб мелководных заливов моря (Кара-Богаз-Гол, Кайдак, Мертвый Култук и др.)	создание Северо-Каспийского водохранилища с целью полного опреснения Северного Каспия путем строительства дамбы длиной 427 км от острова Тюлений до полуострова Мангышла (проект инженеров В.Е.Селицкого и Г.В.Беллавина)	строительство: -земляной дамбы протяженностью 450 км, которая отделила бы восточные мелководья Северного Каспия от Южного; -шлюза для пропуска судов; -регулируемые каналы для пропуска рыб (проект Б.А.Аполлова)	переброска северных рек в Каспий (например, планировалось осуществить переброску вод рек Вычегда и Печора в объеме 40 км ³ в год для стабилизации уровня моря и обеспечения водой народно-хозяйственных организаций)

Из всех предлагаемых проектов был реализован только один – *отделение залива Кара-Богаз-Гол от моря глухой дамбой* в 1980 году [1]. При уровне моря, равном примерно минус 30,5 м, отток воды в залив прекращается. В настоящее время уровень Каспийского моря находится примерно на отметке минус 29 мБС.

В целом перекрытие залива Кара-Богаз-Гол глухой земляной дамбой способствовало повышению уровня моря в 1980–1992 гг. примерно на 40 см, что составило порядка 20 % его современного подъема [2]. Однако в 1992 г. дамба была полностью разрушена, в результате чего поперечное сечение пролива увеличилось примерно в два раза по сравнению с тем, какое было до строительства дамбы. Результатом этого стало значительное снижение уровня воды в 1995 г. (порядка 13 см). С учетом этого вклад стока в залив в падение УКМ составил 72 % и лишь 28 % приходился на все остальные компоненты водного баланса [2]. Таким образом, одной из основных причин сильного падения УКМ после 1992 г. можно назвать полное разрушение дамбы.

Волго-Каспийский морской судоходный канал, как уже говорилось, зависит от колебаний уровня воды Каспия. Кроме того, с начала его эксплуатации возникла необходимость борьбы с заносимостью канала морскими и речными наносами. Эта задача решалась традиционными способами: ежегодным ремонтным дноуглублением и ограждением канала дамбами.

Дноуглубительные работы для поддержания навигационных параметров на канале проводятся систематически в значительных объемах, причем их величина за последние 15 лет существенно увеличилась. Если в 2007 г. объем дноуглубления составлял порядка 1,6 млн.м³, то в 2023 г. – уже 10 млн.м³, а в 2024г. – 6,8 млн.м³ (рис.1) [2].

Ограждение канала дамбами также имело свои сложности. История развития этого вопроса показано в табл.2 [2].

Из практики намыва опытных земляных дамб стало понятно, что сооружение, не имеющее прочного ядра в теле дамбы, подлежит полному разрушению и, в первую очередь, от волнения. Поэтому обязательным является устройство в поперечном сечении (профиле) дамбы упорного узла (ядра).

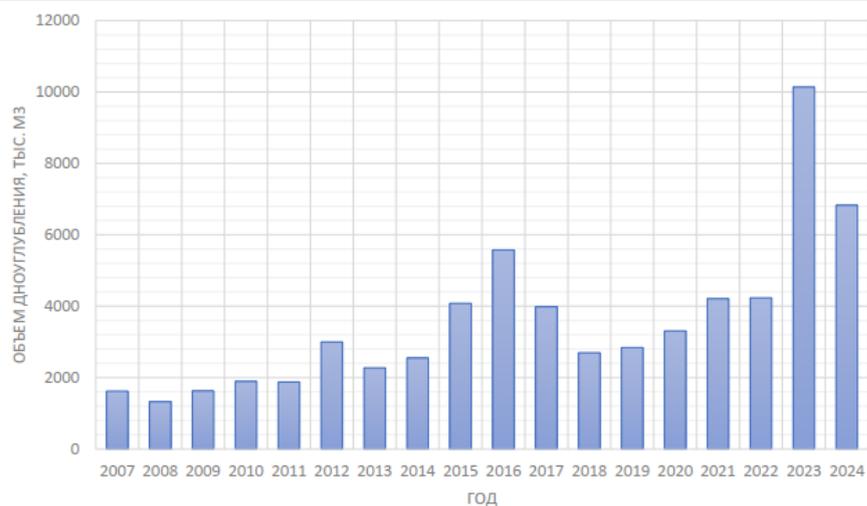


Рис.1. Ремонтное дноуглубление на ВКМСК за 2007-2024 гг

Таблица 2

История создания оградительных дамб на канале

Возведение опытных дамб		Наносозащитные дамбы	Оградительные дамбы
1939 г.	1958 г.	1964 г.	2016 г.
Свайно-фашинная забойка, зарефулированная грунтом. Фашины - связанные пучки хвороста, заполненные камнем и укладываемые для укрепления откосов	Плетневые заграждения с железобетонным основанием	Свайно-щитовая двухрядная деревянная забойка с засыпкой пазух капитальным грунтом. <u>Основание (ядро):</u> свайная забойка до уровня верха дамбы с незатопляемой (на тот момент) отметкой -27мБС	<u>Защитное ограждение:</u> 1)из геосинтетических материалов (геотуб); 2)из геосинтетических мешков, наполненных песком (геобэги). <u>Основание (ядро):</u> 1)из двух рядов геотуб , заполненных донным грунтом; 2)в виде морского матраса Triton

С учетом полученного опыта в разные годы предлагались различные конструкции ограждающих дамб. Так, в 1964 г. было предложено **возведение наносозащитной дамбы** на участках 144-147 км, 148-152 км и 153-156 км [2]. В результате была обоснована конструкция свайно-щитовой двухрядной деревянной забойки с засыпкой пазух капитальным грунтом. В качестве упорного узла в профиле дамбы предлагалась свайная забойка до уровня верха дамбы с незатопляемой (на тот момент) отметкой минус 27мБС.

В 2016 г. в рамках проекта, разработанного АО «ДАР/ВОДГЕО» [2,3], было предложено несколько вариантов **конструкций защитных сооружений**. При этом защитные дамбы предлагалось построить в крупных проранах, которые являются участками оттока воды из русла канала и поставщиками донного грунта с забровочного пространства.

Защитные сооружения представляли собой оградительные дамбы, выполненные из извлеченного при ремонтном дноуглублении грунта [2,3]. Для предотвращения сползания намывтого грунта в ложе канала вдоль бровки предлагалось защитное ограждение: 1) из геосинтетических материалов (**геотубы**); 2) из геосинтетических мешков, наполненных песком (**геобэги**).

Основание (ядро) оградительной дамбы предлагалось выполнять из двух рядов **геотуб**, заполненных донным грунтом. Среди предложенных вариантов также была

рассмотрена конструкция защитного сооружения, когда геотубы и геобэги укладываются на подготовленное основание в виде морского матраса Triton.

Тем не менее, в настоящее время остаются нерешенными проблемы в проектировании защитных дамб вдоль ВКМСК, а именно [2,4]:

1. Сложности с использованием грунтов, изымаемых из русла канала, из-за их малого количества и непригодности для строительства подобных сооружений в суровых условиях Северного Каспия (опытные дамбы строились, но сохранить их не удалось).

2. Огромной стоимости строительства дамб (тем более из привозных материалов) и их содержание.

3. Отсутствию серьёзных исследований эффективности защиты ВКМСК от заносимости с помощью дамб при явно огромных затратах.

4. Не проработанностью последствий катастрофического разрушения дамб.

5. Не изученностью последствий нарушений сложившихся природных гидрометеорологических и экологических характеристик местных течений, сгонно-нагонных явлений, трасс миграции рыб и т.п.

6. Отсутствию серьёзных проработок по необходимой технике и технологии для строительства содержания дамб и поддержания габаритов ВКМСК.

7. Не сделано оценок устойчивости дамб в условиях повышения уровня Каспия с катастрофическим сгонно-нагонным явлениями и ледовыми подвижками.

8. Шлейф «мутности» во время строительства многократно превысит даже сегодняшний, что приведёт к заболачиванию, образованию култуков, пагубно отразится на природе.

В 2003 г. сотрудниками МГУ им.М.В.Ломоносова и Института океанологии РАН были выполнены исследования состояния гидролого-морфологических процессов в рукаве Бахтемир и по трассе канала [2,5]. В рамках выполненных исследований были определены максимально-возможные габариты судового хода на речной части канала. В том числе даны рекомендации о комплексном проведении дноуглубительных работ совместно с выправлением русла в районе Харбайского колена. Для перераспределения расхода воды в пользу судоходного рукава предлагается наряду с дноуглублением **возведение компенсационных полузапруд.**

В 2013 году ОАО «Союзморниипроект» был выполнен проект по исследованию влияния природных и хозяйственных условий на безопасную эксплуатацию Волго-Каспийского морского судоходного канала [2,6]. В нем также было выполнено моделирование различных вариантов улучшения судоходных условий в районе Харбайского колена, даны рекомендации по возможному решению проблемы перераспределения стока воды в системе Бахтемир-Талыча-Ямная.

Результаты моделирования показали, что традиционные приемы регулирования русла – дноуглубление и выправление, а также создание искусственных гидравлических сопротивлений, позволяют перераспределить от 2 до 15% меженного расхода.

Одним из вариантов является серьезное вмешательство в процесс распределения стока между судоходным рукавом Бахтемир и протокой Талыча, отвлекающей воду в конкурирующую протоку Ямная, посредством строительства капитального гидротехнического сооружения – вододелителя или низконапорной водосливной плотины. В ходе предварительных исследований также была высказана гипотеза о возможности использования конкурирующего судоходного направления – протока Талыча – протока Ямная – протока Бакланья в виде дополнительного судового хода на участке Харбайского узла. На рис.2 показаны варианты улучшения судоходных условий на рассматриваемом водном узле [6].

учетом воздействия на них сгонно-нагонных явлений, ледовых подвижек, весьма проблематично. С учетом вышесказанного необходимы дальнейшие исследования возможных путей решений проблемы поддержания судоходного состояния ВКМСК.

Список литературы:

1. Водный баланс и колебания уровня Каспийского моря. Моделирование и прогноз. – М.: Триада лтд, 2016. – 378 с.
2. Отчет о НИР «Оценка причин заносимости Волго-Каспийского морского судоходного канала в условиях проводимых работ по обеспечению проходной осадки судов 4,5 м и разработка научно-обоснованных предложений по повышению устойчивости канала». I этап: Оценка современного состояния ВКМСК и причин заносимости канала в условиях проводимых работ по поддержанию судоходства, в том числе выполнение гидрологических исследований по материалам предоставленных исходных данных от п. Стрелецкое до 188 км ВКМСК /ФГБОУ ВО «ВГУВТ», Нижний Новгород, 2025 г.
3. Отчет о НИР «Проект проведения ремонтных дноуглубительных работ на акватории Волго - Каспийского морского судоходного канала в период до 2027 года с разработкой природоохранных мероприятий»// АО «ДАР/ВОДГЕО», Астрахань, 2018 г.
4. Бухарицин П.И., Русанов Н.В., Беззубиков Л.Г. Волго-Каспийский судоходный канал – от старых принципов к новым идеям. Комплекс мероприятий по улучшению функционирования Волго-Каспийского водно-транспортного узла в третьем тысячелетии. //Монография. LAP LAMBERT Academic Publising 2016. 101 с.
5. Отчет о НИР «Исследование современного состояния гидролого-морфологических процессов по трассе Волго-Каспийского канала и обоснование габаритов реконструкции» // МГУ им.М.В.Ломоносова, Москва, 2003 г.
6. . Отчет о НИР «Исследование влияния природных и хозяйственных условий на безопасную эксплуатацию Волго-Каспийского морского судоходного канала»// ОАО «Союзморниипроект», 2013 г.

ANALYSIS OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION ON ENSURING NAVIGATION CONDITIONS ON THE VOLGA-CASPIAN SEA SHIPPING CHANNEL

Marina V. Shestova

Abstract. The Volga-Caspian Sea Shipping Canal is one of the largest hydraulic structures on a global scale and a strategically important facility for the economy of southern Russia. One of the main factors complicating the conditions of normal operation of the canal is its drift. The article presents the results of an analysis of scientific and technical information on ensuring navigation conditions on the canal, including taking into account previously conducted scientific research.

Keywords: navigable conditions, repair dredging, protective dams, channel drift.