



УДК 627, 656.628

**АНАЛИЗ РУСЛОВЫХ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЙ И ПРИЧИН ДЕФОРМАЦИЙ,
ВЫЗЫВАЮЩИХ ЗАТРУДНЕНИЯ ДЛЯ СУДОХОДСТВА НА УЧАСТКЕ
БОЛЬШОГО КОЛЕНА ВКМСК**

Воронина Юлия Евгеньевна, доцент, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений

Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Ситнов Александр Николаевич, д.т.н., профессор, зав. кафедрой водных путей и гидросооружений

Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Шестова Марина Вадимовна, доцент, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений

Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Аннотация. На процесс заносимости ВКМСК в той или иной степени влияет большое количество факторов. Их оценка, а также взаимосвязь позволяет не только скорректировать проводимые на канале дноуглубительные работы, но и повысить устойчивость и долговременность выдерживания заданных габаритов пути. На основе анализа современного состояния наиболее затруднительного для судоходства участка ВКМС сделаны предварительные выводы по обеспечению навигационной глубины на канале.

Ключевые слова: многолетние деформации, заносимость, Волго-Каспийский морской судоходный канал.

Для оценки степени заносимости канала как в естественных условиях, так и в результате выполняемых дноуглубительных работ с учетом различных по направлению ветровых воздействий были построены совмещенные и сопоставленные планы участков, а также продольные профили, позволяющие определить потерю глубины за период наблюдения в разные временные интервалы.

В естественных условиях резкая смена уклонов на участке водотока, каковым в границах бровок отвала является ВКМСК на 140-150 км судового хода в районе Большого колена, приводит к значительному снижению скоростей течения ниже неразмываемых значений. Это приводит к оседанию переносимых потоком частиц грунта на дно водотока. Повышенные скорости течения из-за искусственно созданных уклонов свободной поверхности на вышележащем участке с 129 км в результате планомерных ежегодных дноуглубительных работ разрабатывают канал в ширину.

Сопоставление планов съёмок на подходе к Большому колену ВКМСК наглядно характеризует участок канала, как начальный процесс формирования грядового рельефа характерного для естественных русел рек и заключающегося в чередовании по длине участка зон аккумуляции наносов и условно глубоководных зон. Такая картина схожа с русловым режимом рек, где по длине относительно прямолинейных однорукавных русел происходит чередование плёсов и перекаатов в значительной близости друг от друга. Объем наносимости по рассматриваемому участку на 51% состоит из размыва бровок канала.

Участок непосредственно Большого поворота полностью является речной системой с формированием береговой полосы побочного типа и мелководных гряд по всей ширине канала.

Однако если в естественных руслах такое динамическое движение потока формируется из-за изменения уровней воды в период половодья, паводков и межени, то на ВКМСК фактор значительных колебаний уровня заменяется ветровыми дрейфовыми течениями. На участке наблюдается интенсивное смещение наносов с выше расположенного участка (рисунок 1). Относительно глубоководная зона судового хода уменьшается как в плановом расположении, так и по глубине. Рост значительного по размерам побочня у восточной кромки канала на 150-152 км объясняется естественными причинами, возникающими и зависящими от следующих основных факторов.

1. В результате интенсивных дноуглубительных работ, ранее проводимых на участке выше 150 км судового хода, произошла концентрация основного потока в пределах канала.
2. Из-за понижения уровня воды в Каспийском море подводные отвалы на участке до 151 км постепенно осушаются и образуют песчаные берега вдоль бровок канала, преобразуя ВКМСК в водоток ограниченных размеров с появившимися особенностями, характерными для естественных русел рек.
3. На участке 151 км ВКМСК имеет поворот, влияющий на направление движения потока, особенно в период обмеления Каспийского моря.

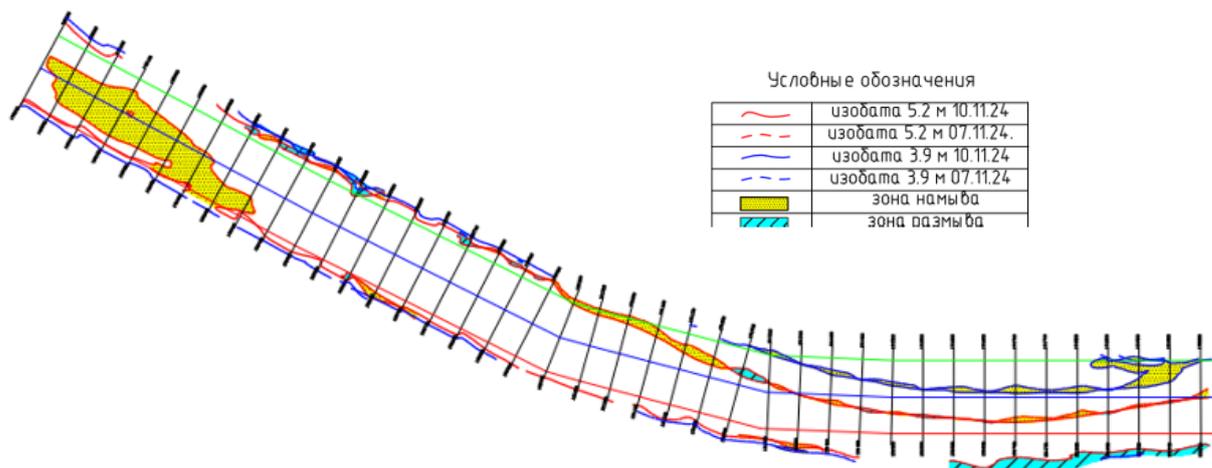


Рис. 1. Совмещенный план 150-152 км ВКМСК за временной интервал 2024 гг.

В связи с вышеизложенным, под действием центробежной силы на повороте канала образуется циркуляционное поперечное течение установившегося характера. Это приводит к ускоренному расслоению потока с концентрацией поверхностных струй с большими скоростями у вогнутого берега и приближением донных струй с частицами аллювия к выпуклому берегу [1]. Повышение уровня воды у вогнутой бровки канала кладет начало замкнутой поперечной циркуляции потока в условно морских условиях, которая, совместно с продольным движением потока с вышерасположенного речного участка ВКМСК, придает потоку винтовой характер. В результате вогнутые условные берега (бровки канала) интенсивно размываются, а выпуклые намываются за сравнительно короткие периоды времени.

В деформируемом русле это приводит к размыву берега и прилегающей части дна. Увеличение глубины привлекает сюда дополнительный расход воды, и размыв усиливается еще больше. В зоне малых скоростей у выпуклого берега (кромки канала) откладываются наносы и формируется достаточно протяженное мелководье.

Намыв восточной кромки канала значительно уменьшает параметры глубины и ширины судового хода для участка. Даже по оси канала глубина на участке 151-152 км не превышает 4,2-4,5 м, что значительно меньше гарантированных параметров судового хода на канале.

Однако динамика уменьшения глубины вдоль восточной кромки схожа с динамикой увеличения глубины вдоль западной бровки канала.

Согласно полученным данным по объемам грунта зон отложения наносов на всём рассматриваемом участке несмотря на наличие относительно глубоких участков и размыва западной кромки канала по всей длине наблюдается только преобладающая аккумуляция наносов.

На основании выполненного детального анализа состояния участка 148-152 км судового хода за различные временные периоды 2024 года можно сделать предварительные выводы по интенсивности заносимости участка и причинам, влияющим на нее.

Из-за повышенных скоростей течения происходит переработка бровок канала с аккумуляцией наносов по оси судового хода

Формирование грядового рельефа дна

Наиболее неблагоприятен ветер, направленный под углом 30-45° к оси канала

Наличие естественных русловых процессов на поворотных участках канала

Восточный ветер сильнее влияет на заносимость канала, чем западный

Взмучивание потока при работе дноуглубительной техники

При выполнении дноуглубительных работ происходит «сползание» наносов в дноуглубительную прорезь с вышерасположенных участков

Таким образом, эффективность дноуглубительных работ на участке не достигается ввиду большего объема аккумуляции наносов на канале по отношению к извлекаемому объему грунта.

Основные рекомендации по снижению заносимости на основе анализа деформаций исследуемого участка заключаются в отказе от отвала грунта на западную бровку для уменьшения скорости течения и создания возможности успокоения потока при растекании за западную кромку, как наиболее близко расположенную к береговой полосе Каспийского моря и в меньшей степени влияющей на заносимость судового хода; при РДР целесообразно проводить переуглубления крайних траншей на величину порядка 0,5 м для аккумуляции наносов, поступающих в канал с забровочной полосы; на участке ниже 150 км судового хода следует формировать сплошной укрепленный отвал вдоль всей восточной бровки канала с разрывами для пропуска рыб [2].

Список литературы:

1. Гришанин К.В. Водные пути.// Учебник для вузов/ К.В. Гришанин, В.В. Дегтярев, В.М. Селезнев – М.: Транспорт, 1986. – 400 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.

ANALYSIS OF CHANNEL REFORMATIONS AND CAUSES OF DEFORMATIONS CAUSING DIFFICULTIES FOR NAVIGATION IN THE LARGE BRANCH OF THE VKMSK

Abstract. Numerous factors influence sediment accumulation in the Volga-Caspian Shipping Canal to varying degrees. Assessing these factors, as well as their interrelations, allows not only for adjustments to dredging operations but also for improving the stability and long-term maintenance of the channel's specified dimensions. Based on an analysis of the current state of the Volga-Caspian Shipping Canal most challenging section for navigation, preliminary conclusions have been drawn regarding maintaining the channel's navigable depth.

Keywords: long-term deformations, sediment accumulation, Volga-Caspian Shipping Canal.