

УДК 627

**АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНИХ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В РАЙОНЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ НСМ «ЧЕРМУШИНСКОЕ» НА УЧАСТКЕ 1185-1207 КМ
Р. ВОЛГА СУДОВОГО ХОДА И ИХ ПРОГНОЗ С УЧЕТОМ ПЛАНИРУЕМЫХ
ДОБЫЧНЫХ РАБОТ**

Воронина Юлия Евгеньевна¹, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры
водных путей и гидротехнических сооружений

e-mail: yulez@yandex.ru

Решетников Максим Алексеевич¹, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры
водных путей и гидротехнических сооружений

e-mail: serfskiwind@gmail.com

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. На основании совмещенных планов участка, а также продольных профилей дна исследованы русловые деформации в районе месторождения НСМ «Чермушинское». Это позволяет оценить характер работы речного потока на разветвленном участке р. Волга с выявлением причин русловых изменений за многолетний период и факторов, влияющих на судоходство, а также выявление предпосылок к их изменению в период карьерных работ по добыче НСМ в левобережном несудоходном рукаве Старой Волги. Установлены основные закономерности развития русла, сделаны прогнозы их изменений при отработке карьера.

Ключевые слова: русловые переформирования, многолетние деформации, двухрукавный участок, карьер.

**ANALYSIS OF LONG-TERM CHANNEL DEFORMATIONS IN THE AREA OF THE
NSM «CHERMUSHINSKOE» DEPOSIT IN THE SECTION OF 1185-1207 KM OF THE
NAVIGATION COURSE OF THE VOLGA RIVER AND THEIR FORECAST TAKING
INTO ACCOUNT THE PLANNED PRODUCTION WORKS**

Yulia E. Voronina¹, Associate Professor of the Department of Waterways and Hydraulic Structures

e-mail: yulez@yandex.ru

Maxim A. Reshetnikov¹, Associate Professor of the Department of Waterways and Hydraulic Structures

e-mail: serfskiwind@gmail.com

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. Based on combined site plans and longitudinal bottom profiles, channel deformations in the area of the Chermushinskoye NSM deposit were studied. This allows us to assess the nature

of the river flow in the branched section of the Volga River with the identification of causes of channel changes over a long period and factors affecting navigation, as well as the identification of prerequisites for their change during quarrying operations for the extraction of NSM in the left-bank non-navigable arm of the Old Volga. The main patterns of channel development were established, forecasts of their changes during quarry development were made.

Keywords: channel reformations, long-term deformations, two-branch section, quarry.

Для оценки влияния карьерных разработок на судоходство и русло в целом, необходимо выполнить анализ деформаций, происходящих в нем за последний период времени (15-20 лет) с целью установления основных причин тех или иных изменений на двухрукавных разветвлениях рассматриваемого участка.

Речной поток является активной силой – он размывает породы, слагающие русло, измельчает продукты разрушения, перемещает их и откладывает эти продукты при уменьшении транспортирующей способности. При изменении скоростного режима поток деформирует русло, переносит ранее отложившиеся наносы и т.д.

Изменение формы русла и русловых образований под воздействием потока представляет собой русловый процесс, то есть процесс взаимодействия потока и русла. Этот процесс весьма сложный, поскольку сложна динамика речного потока, под влиянием которого изменяется геометрия русел, принимающих весьма разнообразные очертания как в плане, так и в поперечных сечениях [1].

Целью анализа материала по изучению участка нижнего бьефа Чебоксарского гидроузла в районе о. Казин и о. Верхний Сидельниковский является установление характера русловых процессов с выявлением факторов, влияющих на судоходство, и прогноз русловых переформирований на ближайшие годы в естественных условиях, а также выявление предпосылок к их изменению в период карьерных работ по добыче НСМ в левобережном несудоходном рукаве Старой Волги. При установлении причинных связей между отдельными явлениями руслового процесса и составлением прогноза русловых деформаций использовались, наряду с имеющимися отчетными материалами, данные русловых исследований.

Анализ планового материала позволил установить типы русловых процессов на перекатных участках реки. Главные типы руслового процесса рек, в зависимости от морфометрических характеристик дна долины и ее геологического строения (побочневый, свободное меандрирование, незавершенное меандрирование, пойменная многорукавность, русловая многорукавность) [2] могут неоднократно сменять друг друга на протяжении одной и той же реки. На многих участках наблюдаются комбинации двух или трех типов процесса.

Для описания и анализа деформаций отобранный плановый материал русловых съемок объединен в совмещенный план русловых съемок 2006 и 2023 годов (рисунок 1), который дает картину деформации русла за рассматриваемый период времени и позволяет проследить ход переформирований.

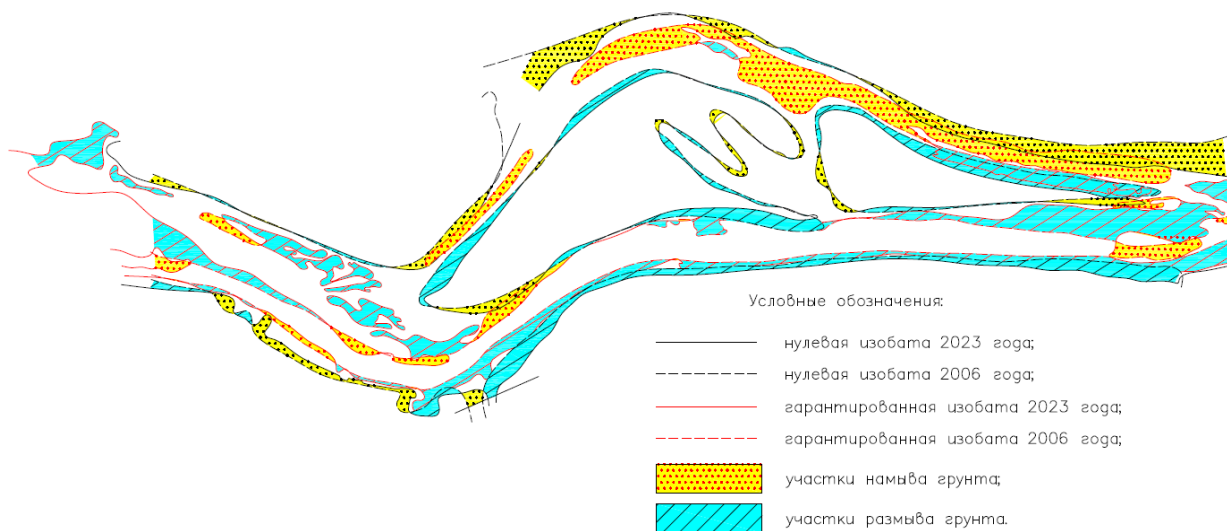


Рисунок 1 – Совмещенный план исследуемого участка р. Волга за 2006-2023 годы

Совмещение планов производилось путем наложения постоянных объектов – бровок коренных берегов, населенных пунктов, характерных точек береговой полосы и т.д. Особое внимание уделено ориентированию планов по сторонам света. На совмещенный план были нанесены изобаты у береговой полосы при проектном уровне воды и глубинных изобатах 7,0 м. При нанесении большего количества изобат ухудшается читаемость плана, а полнота анализа не повышается.

При анализе деформаций русла необходимо не только зафиксировать изменения, но и выявить причины данных изменений и определить их закономерности.

Источником поступления наносов на перекат может быть ежегодно размываемое при высоких уровнях воды дно верхней плесовой ложины или же интенсивно размываемый один из берегов верхней плесовой ложины.

Основной причиной аккумуляции наносов является уменьшение скорости течения вдоль по потоку. Это происходит на участках расширения русла при неблагоприятной конфигурации русла.

Кроме того, значительное влияние на интенсивность русловых деформаций оказывает доля расхода, проходящего в судоходных и несудоходных рукавах, а также влияние повышенных сбросов воды через Чебоксарский гидроузел за длительный период времени.

Анализируя русловые процессы, необходимо учитывать влияние выше- и нижележащих участков. Значительное увеличение скорости потока может привести к размыву дна и берегов на рассматриваемом участке.

В большинстве случаев ход руслового процесса проходит циклично. Определение длительности периода и установление фазы имеет большое значение в анализе многолетних деформаций.

В результате анализа совмещенных планов за 2006 – 2023 гг. определены основные тенденции развития русла и интенсивность деформаций.

Анализ русловых переформирований, выполненный для участка 1191-1202 км судового хода, представляет наибольший интерес с точки зрения влияния русловых изменений на устойчивость судового хода в районе будущей карьерной разработки.

Анализ совмещенных планов (рисунок 1) совместно с гидрологическими данными и материалами русловых исследований позволил выделить следующие характерные особенности участка.

Повышенные сбросы воды через створ Чебоксарского гидроузла приводят к формированию местных деформаций дна до о. Казин ближе к левому берегу. Кроме того,

непосредственное влияние на процессы переформирования на рассматриваемом участке оказывает конфигурация береговой полосы ниже подходного канала к шлюзам. Искривление русла здесь, а также заградительная дамба подходного канала не позволяют формироваться естественному процессу размыва правобережной части русла и аккумуляции наносов вдоль левого берега.

На совмещённых планах достаточно чётко прослеживается характерный для данного участка результат действия вдольбереговых течений, перемещающих и аккумулирующих наносы по правому берегу до о. Казин.

Остров Казин и остров Верхний Сидельниковский разъединены между собой небольшой поперечной протокой и совместно формируют ярко выраженный двухрукавный участок реки с верхним и нижним разветвлениями. Правый рукав по плановым габаритам больше левого, что является результатом особенности движения потока на разветвлённом участке любой реки.

Под влиянием искривления потока, поступающего в боковой рукав (левый) в зоне входа в прямой рукав (правый) создаётся область повышения водной поверхности, которая уравнивает действие центробежных сил, развивающихся при изгибе этой части потока. Эта зона местного повышения уровней обуславливает отклонения в боковых рукавах придонных слоёв потока, а, следовательно, и влекомых им наносов. Местное повышение водной поверхности также приводит к образованию в этой зоне пониженных скоростей течения придонных слоёв, и, наоборот, повышенных скоростей в прямом рукаве [3]. За рассматриваемый период произошло большее искривление входа в несудоходный рукав, связанное в том числе и с размывом приверха о. Казин и отложением выносимых наносов у противоположного левого берега. По всей длине общего левобережного рукава наблюдается аккумуляция наносов как в русле самого рукава, так и у выпуклого левого берега в районе о. Верхний Сидельниковский.

Плановые параметры поперечной протоки между о. Казин и о. Верхний Сидельниковский достаточно стабильны за столь длительный анализируемый период. Это говорит о разнонаправленности протекания потока по мелководной протоке. Однако по плановому положению протоки наблюдается её влияние на перераспределение потока между верхним и нижним разветвлениями. Дополнительная доля расхода из протоки совместно с основным потоком правого рукава оказывает воздействие на русловые деформации размыва вдоль о. Верхний Сидельниковский в районе правого коренного берега, а также в самом русле правого судоходного рукава.

У устья о. Верхний Сидельниковский за последние 17 лет наблюдается значительное увеличение глубины в месте слияния потоков от двух рукавов. В классической схеме движения русловых потоков при их слиянии всегда образуется зона аккумуляции наносов за счёт расширения растекания потока и резкого увеличения площади поперечного сечения в указанном месте. Скорости потока при этом резко падают и, чаще всего, понижаются ниже неразмываемых значений. Однако в данном случае зона размыва грунта у устья о. Верхний Сидельниковский является скорее всего следствием искусственного извлечения грунта из русла р Волга.

В целом, рассматриваемый участок водного пути является достаточно стабильным по плановой конфигурации, а также гарантированным глубинам в правом судоходном рукаве. Все выявленные русловые процессы направлены на заносимость несудоходного левого рукава путём планомерного повышения его сопротивления движению потока из-за искривления входа в несудоходный рукав старый Волги, а также аккумуляции наносов в нём за счёт местных размывов ниже створа Чебоксарской ГЭС. Такие размывы характерны для всех комплексных средненапорных гидроузлов.



Месторождение «Чермушинское», предполагаемое к разработке в несудоходном рукаве вдоль о. Казин повлияет на перераспределение потока по рукавам. Однако, исходя из анализа многолетних деформаций, в долговременной перспективе разработанный карьер будет планомерно заноситься за счёт существующих процессов переформирования русла на рассматриваемом участке.

Список литературы:

1. Маккавеев Н.И. Русловой режим рек и трассирование прорезей. / Н.И. Маккавеев. – М.: Речиздат, 1949 г. – 202 с.
2. Руководство по методам расчета планирования и оценки эффективности путевых работ на свободных реках. // М.: Транспорт, 1978. – 104 с.
3. Труды центрального научно-исследовательского института экономики и эксплуатации водного транспорта. Выпуск VIII. Русловые процессы и путевые работы на свободных реках // М.: Изд-во «Речной транспорт», 1956 – 286 с.

