

УДК 627.423

**Воронина Юлия Евгеньевна**<sup>1</sup>, доцент, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидросооружений,

e-mail: yulez@yandex.ru

**Решетников Максим Алексеевич**<sup>1</sup>, к.т.н., старший преподаватель кафедры водных путей и гидросооружений,

e-mail: serfskiwind@gmail.com

**Матюгин Михаил Александрович**<sup>1</sup>, доцент, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидросооружений,

e-mail: mihasun10@yandex.ru

<sup>1</sup>Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

### ГЕНЕРАЛЬНАЯ СХЕМА УЛУЧШЕНИЯ СУДОХОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ЛИМИТИРУЮЩИХ ПО ГЛУБИНАМ УЧАСТКАМ ВОДНОГО ПУТИ ВЕРХНЕЙ КАМЫ

*Аннотация.* Для участка реки Кама от с.Бондюг до г.Соликамск рассматривается вопрос улучшения судоходных условий на время экспедиционного периода (лесосплава). Выявлены восемь лимитирующих участков на исследуемом водном пути. Предложена схема улучшения судоходных условий.

*Ключевые слова:* судоходные условия, безопасность судоходства, гарантированные габариты, дноуглубительные работы, судоходная прорезь.

В период до 1990-х годов с плотбищ Верхней Камы ежегодно выводилось свыше 2 млн.м<sup>3</sup> заготовленной древесины. Для этого в регионе была создана соответствующая инфраструктура. Для буксировки плотов привлекалось более 40 единиц буксирного флота и вспомогательного флота. Однако, со временем в связи с недостаточным финансированием инфраструктура лесозаготовок и лесосплава была разрушена, количество буксирных и вспомогательных судов сократилось до минимума. В настоящее время объем вывоза древесины не превышает 500 тыс.м<sup>3</sup>. При этом необходимо отметить, что транспортировка от плотбищ до предприятий водным транспортом по оценке специалистов на 60% эффективнее, чем автотранспортом. Особенно актуальным делает перевозки водным транспортом отсутствие действующих в течение всего года дорог в рассматриваемом регионе.

Основным грузоперевозчиком на данный момент по Верхней Каме является ООО «Камлесосплав», использующий барже-буксирные составы по выводу плотов, включающих плотовые секции и плотоводы, с максимальной осадкой до 200 см. При имеющейся в настоящее время фактической глубине судового хода до 181см объем вывезенной древесины в 2021 г. (по данным ФБУ «Администрация «Камводпуть») составил порядка 467 тыс. м<sup>3</sup>.

На основе опыта лесосплава с Верхней Камы (ФБУ «Администрация «Камводпуть»), а также с учетом запросов потребителей (АО «Соликамскбумпром», ООО «Красный Октябрь») потенциально возможным является вывоз древесины в объеме не менее 900 тыс.м<sup>3</sup>. Таким образом, потеря провозной способности флота вследствие короткого срока

навигации и не обеспеченных габаритов пути составляет порядка 400 тыс.м<sup>3</sup> древесины. При этом в маловодные годы перевозки становятся технически невозможными и экономически убыточными. В современных условиях увеличение объема перевозок на рассматриваемом участке р.Кама, возможно, при выполнении объемного комплекса путевых работ, направленных на установление и обеспечение гарантированной глубины судового хода на время экспедиционного периода навигации.

Проектирование судового хода является составной частью проекта мероприятий по улучшению судоходных условий в период продления навигации на участке Бондюг – Тюлькино до 50 дней. Компоновка выправительных сооружений и трассирование дноуглубительных прорезей зависят от правильности и обоснованности выбора оси судового хода. Существуют общие положения, которым необходимо следовать при трассировании нового судового хода [1, 2, 3, 4]:

- 1) путь должен быть удобен для судоходства;
- 2) приемы улучшения судовых ходов в данных условиях должны быть наиболее экономически эффективными;
- 3) для улучшения судовых ходов нужно в максимальной степени использовать руслоформирующую деятельность самой реки;
- 4) в результате путевых работ должен накапливаться остаточный эффект, обеспечивающий систематическое улучшение судоходных условий.

Чтобы судовый ход был удобен как для движения судов, так и плотовых составов, кроме обеспечения гарантированных габаритов судового хода сам ход должен иметь плавные очертания с возможностью устранения затрудняющих проводку составов неправильных течений.

Устойчивость глубин, а, следовательно, и объемы дноуглубления зависят от учета особенностей динамики русла и потока на отдельных участках реки. Анализ многолетних плановых и продольных деформаций от с. Бондюг до пгт. Тюлькино [5] позволяет проложить судовый ход в оптимальном местоположении с учётом всех особенностей затруднительных участков р. Кама.

При выборе трассы судового хода необходимо также руководствоваться возможным систематическим улучшением судоходных условий за счет остаточного полезного эффекта от применения выправительных сооружений и дноуглубительных работ на перекатах.

На основании изложенного на участке с.Бондюг – пгт.Керчевский намечена ось нового судового хода с учетом ожидаемых русловых деформаций для обеспечения его устойчивости. Судовой ход выбран с таким расчетом, чтобы не вызывать на соседних участках переформирования русла р. Кама, которые могут привести к существенному ухудшению судоходства. При назначении фарватера также учитывалась необходимость сопряжения нижележащих участков для исключения нежелательных деформаций при возможной смене направления потока. Особое внимание уделено местным значительным сужениям потока из-за возможности отложения наносов при разработке таких участков на перекатах, расположенных ниже по течению. При проектировании значительных спрямлений русла, в том числе «насухо» предусматривается установка выправительных сооружений для активизации процесса размыва новой судоходной трассы.

К важнейшим факторам, определяющим удобство судового хода, относятся: характер скоростного поля, рельеф дна и форма берегов в плане, расположение местных препятствий и условия видимости по длине судоходной трассы. Все эти вопросы отражены в материалах гидравлических расчетов и выбора навигационного оборудования.

Кроме того, при выборе трассы судового хода учитывалось местоположение существующего судового хода и особенности проводки плотовых составов судоводителями в период навигации при высоких уровнях воды. Из-за того, что уровни воды во время продленной навигации значительно уменьшаются, полностью использовать

старый судовой ход не представляется возможным. Русло в некоторых местах значительно обмелевает и прохождение даже мелко сидящих составов невозможно по существующей трассе. Учитывая характер и особенности реки, выставленное стационарное береговое навигационное оборудование, особенности конкретных перекатов, новая судоходная трасса может незначительно изменить общую протяженность судоходного участка.

На участке 4-7 км нового судовой хода предусматривается судоходная прорезь длиной 400м с устройством полузапруды. Схема расположения прорези показана на рисунке 1.

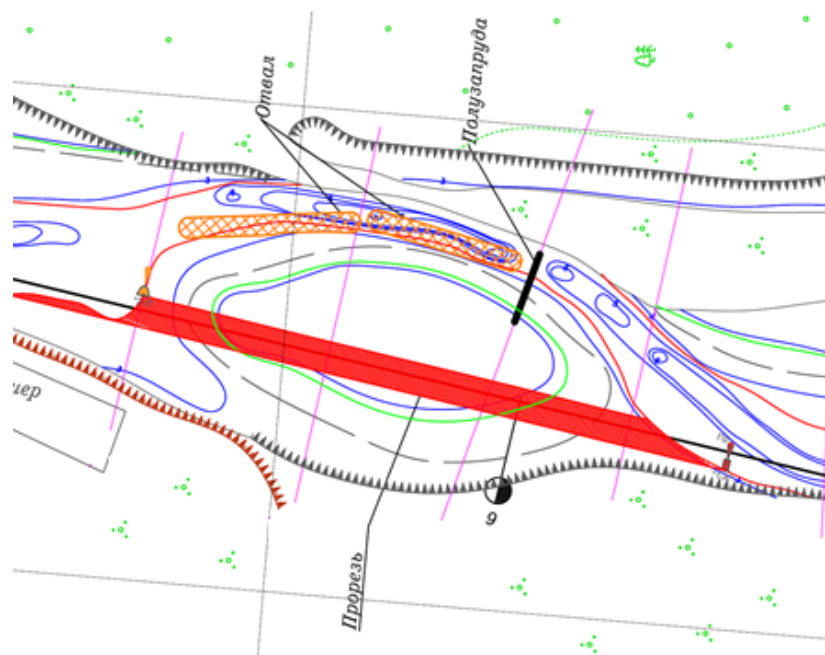


Рисунок 1 – Схема расположения судоходной прорези и полузапруды на 4-7 км судовой хода

На участке Верхнеяранского переката (23 км судовой хода) требуется подрезка гребня переката протяженностью 680м. Отвал грунта укладывается вдоль правой кромки прорези. В своем роде отвал грунта будет частично выполнять функцию продольного выправительного сооружений.

На участке с 28 по 35 км расположено пять судоходных прорезей и два выправительных сооружения. Прорези на 29, 30, 31.5 и 32.3 км расположены в однорукавном русле на криволинейном участке и представляют собой подрезку левого берега до расчетной ширины. Ширина судовой хода здесь увеличена до расчетной ширины судовой хода на криволинейном участке и составляет 95 м. Судоходная прорезь, расположенная между 32,5-33км находится в левом рукаве двухрукавного участка и представляет собой подрезку правого берега (острова).

На участке 41-42 километра для улучшения судоходных условий и достижения проектной глубины 1,3 м от уровня воды 80% обеспеченности необходима разработка классической дноуглубительной прорези на гребне переката. Дноуглубительная прорезь имеет протяженность порядка 250 м и представляет собой судоходную прорезь по всей ширине судовой хода.

В границах водного узла на 43-46 км предлагается перенос судовой хода в левый рукав с разработкой капитальной прорези. Для поддержания потребных габаритов судовой хода целесообразно возведение выправительного сооружения

Перекат Корнинский располагается на поворотном участке р. Кама, что делает его затруднительным для судоходства. Характер переката и его местоположение повлияло на

выбор трассы судового хода в пределах указанного участка. В связи с особенностями участка, а также для увеличения радиуса кривизны и плавного сопряжения верхней и нижней плесовых лощин на перекате запроектировано две дноуглубительные прорези общей протяженностью 1700 м с двумя боковыми подрезками вдоль левой и правой кромки судового хода.

В районе о. Гашковский (56 км) на зарождающемся из-за наличия прижимных течений перекатном участке местоположение оси судового хода выбрано с расчетом безопасного прохождения плотовых составов вдоль острова для уменьшения влияния неправильных течений. Дноуглубительная прорезь представляет собой подрезку судового хода вдоль левого берега с целью увеличения его ширины и имеет протяженность 330 м.

На участке от 74 до 77 км расположены две дноуглубительные прорези. Верхняя часть участка при низких уровнях воды представляет собой двухрукавное русло с судовым ходом в правом рукаве. Дноуглубительная прорезь расположена практически у нижней части осередка. По левой кромке длина прорези максимальная и составляет 734,1 м, наибольшая ширина ее в третьем сечении – 60 м.

Для исследуемого участка была создана геоинформационная модель генерального улучшения судоходных условий. Для геопривязки всего участка протяженностью порядка 80 км в качестве координатной основы выбрана система координат СК-42. На основе параметров преобразования согласно ГОСТ 32453-2017 имеется возможность быстрого пересчета в геодезические координаты различных систем (WGS-84, ПЗ.90 и др.).

Таким образом, на участке р. Кама от с. Бондюг до пгт. Керчевский выделено восемь проблемных водных узлов на следующих километрах судового хода р. Кама: 7-11, 23, 28-35, 41, 43-46, 51-53, 56 и 75-77 км. Для каждого из восьми затруднительных участков была разработана схема коренного улучшения судоходных условий, включающая проведение дноуглубительных или выправительных работ.

#### **Список литературы:**

1. Приказ Министерства транспорта РФ от 19 января 2018 г. № 19 "Об утверждении Правил плавания судов по внутренним водным путям".
2. Павленко В.Г. Ходкость и управляемость судов / В.Г. Павленко. - М.: Морской транспорт, 1991. - 397с.
3. Руководство по проектированию коренного улучшения судоходных условий на затруднительных участках свободных рек. МРФ. Ленинград, «Транспорт», 1974.
4. Гришанин, К.В. Водные пути / К.В. Гришанин, В.В. Дегтярев, В.М.Селезнев. – М.: Транспорт, 1986. – 400 с.
5. Разработка обоснованных предложений о необходимости проведения путевых работ и оценке их влияния на гидрологический режим на участке р.Кама от с.Бондюг до г.Соликамск. Том 3 : отчет о науч.-исслед. работе / Волжский гос. университет водного транспорта ; рук. Ситнов А.Н. ; исполн.: Воронина Ю.Е. [и др.]. – Нижний Новгород, 2021. – 252 л.

## **GENERAL SCHEME FOR IMPROVING NAVIGABLE CONDITIONS ON THE DEPTH-LIMITING SECTIONS OF THE UPPER KAMA WATERWAY**

Iuliya E. Voronina, Maksim A. Reshetnikov, Mikhail A. Matyugin

*Abstract.* For the section of the Kama River from Bondyug village to Solikamsk, the issue of improving navigable conditions during the expedition period (logging) is being considered. Eight limiting sections on the investigated waterway have been identified. A scheme for improving shipping conditions is proposed.

*Keywords:* shipping conditions, safety of navigation, guaranteed dimensions, dredging, shipping slot.