

Николай В. Чекрышов (Nikolay W. Chekryshov)

Барнаулский район водных путей и судоходства, г. Барнаул, Россия

Влияние русловых процессов на верхней Оби при сокращенных объемах дноуглубительных и выправительных работ

Wpływ ograniczenia prac pogłębiarskich i regulacyjnych na procesy hydrologiczne górnego Obu

Impact limiting dredging and regulation works on the fluvial processes of the Upper Ob

Streszczenie: Analizą objęto fragment rzeki roztokowej z licznymi łachami i wyspami, dużym transportem rumowiska wlezonego, z przewagą procesu erozji bocznej nad wglębną. Przeanalizowano warunki dla żeglugi w zależności od reżimu hydrologicznego i zjawisk lodowych. Warunki hydromorfologiczne górnego Obu utrudniają żeglugę. W celu polepszenia warunków żeglugowych zakłada się znaki nawigacyjne, prowadzi się prace pogłębiarskie i prostujące koryta. Apogeum tych prac przypadało na lata 70.-80. XX wieku. Zwiększono wtedy głębokość koryta z 110 cm do 145 cm, w wyniku pobrania z dna do 60 tys. m³ rumowiska na 1 km drogi wodnej oraz wybudowania tam bocznych i ostróg. Przebudowa koryta przyczyniła się do wzrostu transportu wodnego do 5 mln ton rocznie. W latach 90. XX wieku pobór rumowiska zmalał do 2-3 tys. m³ na 1 km koryta, co spowodowało zmniejszenie głębokości koryta do mniej niż 110 cm. Dla zachowania żeglugi, na przemiałach (łachach skośnych) prowadzone są prace pogłębiarskie wybranych tras żeglugowych (odnóg bocznych), o najlepszych warunkach hydromorfologicznych koryta. W pracy podano także warunki wyboru optymalnych tras żeglugowych.

Abstract: The analysis focuses on a fragment of a braided river with numerous bars and islands, considerable bed load transport and predominance of lateral erosion over bed erosion. Navigation conditions are analysed in relation to hydrological regime and ice phenomena. The prevailing hydromorphologic conditions of the Upper Ob render navigation difficult. In order to improve navigation conditions, navigational beacons are established, dredging is carried out and channels are straightened. The works were most intensive in the 70s' and the 80s' of the 20th century. At that time the depth of the channel increased from 110 to 145 cm as a result of extracting 60,000 m³ of bed load over 1 km long waterway reach, erecting lateral barrages and constructing groins. Due to the reconstruction of the channel, water transport increased to 5 M tonnes per year. In the 90s' of the 20th century the extraction of bed load reduced to 20,000-30,000 m³ per 1 km of a channel, which, in turn, reduced the depth of the channel to less than 110 cm. In order to maintain navigation on shoals (oblique bars) dredging is carried out on selected waterways (arms of the river) where hydromorphologic conditions are believed to most favourable. Furthermore, the article discusses the conditions for selecting optimal waterways.

Słowa kluczowe: górny Ob, transport wodny, procesy korytowe, prace pogłębiarskie, prostowanie koryta, prace regulacyjne

Key words: Upper Ob River, water transport, fluvial processes, dredging, straightening of channels, regulation works

На протяжении всего рассматриваемого участка река Обь протекает с Востока на Запад. Плес слияние Бии и Катунь – Усть

– Чарышская пристань является первым сверху плесом верхней Оби. Его протяженность – 108 км. Опорный гидрологиче-

ский пост расположен на 8 км от слияния, у с. Фоминского. Отметка проектного уровня над „0” графика поста равна 35 см.

Плес характеризуется большой шириной и изрезанностью русла островами, песчаными осередками и является самым затруднительным для судоходства. Малая устойчивость русла, большое количество перемещаемых наносов, подверженность размыву берегов и островов, преобладание береговой эрозии над глубинной – все это создает условия для образования многочисленного количества перекатов, следующих на небольшом расстоянии друг за другом.

Относительно малая высота песчаных побочней даже при незначительных колебаниях уровней способствует резкому изменению перекатов. Динамические оси весеннего и меженного потоков не совпадают. В межень судовой ход подвержен искривлению, разработанные прорези деформируются.

Начиная от района с. Фоминского, русло Оби представляет собой сначала систему прямолинейно-рукавных, а затем сопряженных разветвления. Вниз по течению размеры островов возрастают, а их количество на единицу длины русла уменьшается. Особенно значительное количество островов характерно для Усть-Ануйского участка. В районе с. Солдатово поток собирается практически в единое извилистое русло, боковые протоки в межень очень маловодны. Максимальная длина островов достигает 3 км, ширина 800 м. Начиная с Карповского-Шишевского узла разветвления количество и размеры островов в узлах практически не меняются.

Высота островов составляет 2-3 м над проектным уровнем. Строение их преимущественно песчаное, реке берега островов бывают сложены суглинками (о-ва Большой, Антошкин, Гусиный, Бол.Чеканов).

Русло р. Оби изобилует перекатами, которых на участке от слияния до пос. Усть-Чарышская Пристань насчитывается 55. Большинство их них представляют затруднения для судоходства. С перекатами связаны многочисленные побочни и осередки, возвышающиеся над проектным уровнем на 0,5-2,5м.

Питание Верхней Оби смешанное, основная роль принадлежит снеговому.

По характеру водного режима Обь в верхнем течении принадлежит к типу с невысоким растянутым гребенчатым половодьем, повышенным летне-осенним стоком и низким стоком зимой. Почти всегда наблюдаются две основные отчетливо выраженные волны половодья: первая – в конце апреля–начале мая, обусловленная таянием снега на равнинных участках бассейна; вторая – в июне, обязанная своим происхождением таянию горных снегов и ледников. Это объясняет и отсутствие летней межени. В отдельные годы происходят осенние подъемы уровней воды до 2-3 метров, которым предшествуют обильные дождевые осадки.

Подъем уровней воды весной происходит еще при ледоставе и быстро распространяется вниз по течению. Сроки наступления максимальных уровней запаздывают в Усть-Чарышской пристани на 1-2 дня, в Барнауле – на 2-3 дня по сравнению с Фоминским. В верховьях Оби первый максимум уровней либо незначительно отличается от наивысшего уровня второй волны, либо в определенные годы уступает ему. Максимум второй волны в большинстве случаев превышает первую и лишь в отдельные годы их пики близки по отметкам.

Низкие меженные уровни устанавливаются на верхней Оби к октябрю, лишь в отдельные засушливые годы – в конце августа начале сентября.

Осенний ледоход начинается в верхнем течении Оби в конце октября и продолжается около недели. В отдельные годы он продолжается около месяца и более, иногда прерываясь и возобновляясь вновь. Замерзание реки происходит при низких меженных уровнях. Ледостав бывает устойчивым. Толщина льда достигает 1 м.

Вскрытие Оби в среднем начинается в 20-х числах апреля и почти одновременно захватывает весь участок верхнего течения от истоков до Барнаула. Продолжительность весеннего ледохода колеблется от 5 до 8 дней.

Гидрологический режим Оби характеризуется сравнительно небольшой ампли-

тудой сезонных изменений уровней, что является фактором, способствующим относительной стабильности русла, но другие особенности гидрологического режима, наоборот, способствуют значительной интенсивности русловых деформаций. К ним относятся: 1) быстрота изменения уровней; 2) частые весенние заторы; 3) большая концентрация наносов в потоке.

Последний фактор оказывает особенно значительное влияние на интенсивность деформаций и состояние судоходных условий на плесе.

Для обеспечения судоходства на верхней Оби выполняются работы по содержанию знаков навигационного оборудования, землечерпательные и выправительные работы, дноочищение и карчеуборка, тральные и русловые изыскательские работы. Путевые условия на реке обеспечиваются в основном землечерпанием с попутно выполняемым строительством грунтовых сооружений.

70. и 80. годы XX в. – период интенсивного развития и улучшения водных путей, когда гарантированные глубины на верхней Оби были увеличены с 110 см до 145 см. В эти годы на реке выполнены землечерпательные работы по углублению и спрямлению судового хода, со значительными объемами, которые в отдельные годы достигали 60,0 тыс.м³ грунта на 1 км пути. На участке от слияния до Талицких перекатов (0-32 км) выполнены выправительные работы: построено 5 струенаправляющих дамб и 2 запруды, что позволило в конечном результате сократить здесь землечерпательные работы до 30%. Выполнение большого объема путевых работ в этот период позволило создать надежный и безопасный судоходный путь для транзитных перевозок, которые достигали до 5 млн. тонн.

До настоящего времени продолжает положительно работать только полуразрушенная левобережная струенаправляющая дамба на Ниж. Усть-Ануйском перекате, что обеспечивает надежное содержание судоходных путей на нижележащих перекатах: Ровном, Узком, Дмитриевских (5 км), которые до этого представляли значительные затруднения для судоходства. Другие струенаправляющие дамбы находятся в разрушенном состоянии.

В последние годы (с середины 90-х) землечерпательные работы на плесе выполняются в минимальных объемах – до 2-3 тыс. м³ грунта на 1 км пути, выправительные работы вообще не проводятся. Глубины на плесе (110 см от проектного уровня) с трудом выдерживаются.

Уменьшение путевых работ привело к тому что река начала работать в свободном режиме, глубины приблизились к бытовым, направление основного руслоформирующего потока в реке меняется постоянно и в зависимости от высоты уровня, может в течение навигации проходить то в одной протоке, то в другой. В свою очередь, основной поток часто делится на два или три равнозначных. Ярким примером такого состояния является группа перекатов Талицких-Акутихинских (30-42 км), где динамическая ось потока меняет свое направление несколько раз в навигацию в зависимости от высоты стояния уровней воды в реке, судовый ход здесь при низких уровнях (в межень) сильно искривлен и имеет недостаточные глубины и ширину для безопасного судоходства.

Разработка прорезей на перекатах является в настоящее время основным средством поддержания гарантированных габаритов судовых ходов. При их проектировании необходимо решать следующие задачи: плановое положение прорези (трассирование) и определение ее габаритных размеров с учетом запасов на заносимость; оценка понижения уровней воды; определение устойчивости прорези; влияние производства дноуглубительных работ на экологические условия реки; выбор технических средств; технология производства и сроки выполнения работ.

В связи с характерными для верхней Оби транспортирующей способностью потока, мелкозернистостью грунта, слагающего дно, и развитой многорукавностью происходит интенсивная заносимость судоходных прорезей. В связи с этим важным фактором при трассировке прорезей является создание условий, способствующих отвлечению наносов с трассы прорезей.

Для руслового режима верхней Оби характерна изменчивость по длине реки факторов, определяющих развитие русла.

Это, в первую очередь, обуславливает разнообразие методов обоснования расположение трассы судового хода.

Отвалы грунта играют важную роль в стабилизации русла и в увеличении скоростей течения на прорези. Следовательно, отвалы грунта являются важным фактором повышения устойчивости судоходных прорезей, способствуя эффективности производства дноуглубительных работ. Важное значение имеет устойчивость самого отвала к воздействию потока. Для повышения устойчивости отвала грунта необходимо, чтобы при его рефулировании в воду на месте отвала оставался грунт более крупный, извлекаемого из прорези. Это условие обеспечивается за счет выноса потоком более мелких фракций за пределы распространения отвала.

На объем путевых работ, помимо водности года, оказывают влияние многочисленные факторы, и для большей достоверности сопоставления необходим анализ и выполнение работ в навигацию до и после выбранного отчетного года.

Землечерпание и выправление взаимно дополняют друг друга, их комплексное применение позволяет наиболее полно использовать энергию потока в свободной реке.

Землечерпание с выборочным выправлением отдельных участков, при условии тщательного согласования приемов выправительных работ с русловым режимом реки, т.е. с максимальным использованием руслоформирующей раюоты основного речного потока. Правильный выбор выправительной трассы, установление сроков и методов работ, устойчивость глубин на судовых ходах во много зависят от того, в какой мере соответствует методика выправления русла реки ее русловому режиму, и насколько при этом учтены особенности динамики рельефа речного русла и особенности скоростей течения.

В других случаях необходим выбор постоянной трассы фарватера и ее закрепление посредством возведения выправительных сооружений, обеспечивающих сосредоточение потока в заданном направлении.

На участках неустойчивого русла реки, в условиях разветвленности русла на рукава, целесообразнее переносить трассу

судового хода путем периодической разработки прорезей, положение которых определяется стадией развития той или иной формы русла. Когда русло неустойчиво и характеризуется наиболее сложными разветвлениями и очень большой шириной, значительно превышающей ширину выправительной трассы и тем более судового хода, строительство выправительных сооружений становится технически и экономически невыгодным. Поэтому ведущим методом выправления здесь следует считать землечерпание с применением в основном лишь грунтовых сооружений, возводимых с помощью землесосов при разработке прорезей.

Выбор рукава в начальном (верхнем) звене системы влияет на расположение трассы на нижележащих участках русла. Поэтому работы по реализации улучшения судоходной трассы следует вести сверху вниз по течению. Необходимо учитывать, что в естественных условиях перераспределение стока в каждом нижележащем звене разветвлений задерживается, по сравнению с вышележащим до нескольких лет. Судоходная трасса в начале участка – с параллельно-рукавным руслом – должна располагаться в рукавах, проходящих вдоль одного и того же берега. В данном случае – это правый рукав, в котором сосредоточен бийский поток, сравнительно малонасыщенный наносами; кроме того, он проходит вдоль правого террасового берега, тогда как по левобережью развита широкая пойма. Ниже по течению, где развиты сопряженные разветвления, судоходная трасса должна последовательно переходить из левобережных рукавов в правобережные в соответствии с современным распределением расхода воды.

Выправительные работы в конечном итоге должны, обеспечить максимальную концентрацию потока в судоходном рукаве. Важность этого определяется тем, что иначе при рассредоточении потока транспортирующая его способность падает, и в рукавах формируются перекаты, требующие проведения дноуглубительных работ. При большом числе рукавов и их значительной ширине работа по массовому перекрытию рукавов запрудами

становится дорогостоящей и малоэффективной, тем более, что нет возможности выполнять ее в сжатые сроки. Поэтому основное внимание при строительстве сооружений нужно обращать на увеличение пропускной способности судоходных рукавов путем максимального усиления струенаправляющего воздействия ведущих берегов. Одновременно в наибольшей степени следует использовать «полезную роль» нерабочих рукавов в отношении удаления с фарватера наносов, привлекая их простейшими сооружениями. Полное перекрытие основных рукавов запрудами и дамбами можно проводить лишь в исключительных случаях, имея в виду то, что они часто играют наносоотсасывающую роль; кроме того, такая работа обычно сопровождается неблагоприятными экологическими последствиями.

Выбор оптимального варианта трассы судового хода на таком сложном разветвленном участке, как на верхней Оби, определяется следующими принципами:

1. Использование закономерностей развития параллельно-рукавных разветвлений или сопряженных систем (восьмерок), обеспечивающих расположение трассы судового хода в одном из рукавов, либо последовательное перемещение его вслед за главным течением реки при руслоформирующем расходе от одного берега к другому.
2. Необходимость ограничения растекания потока по протокам в средней части русла, что отрицательно сказывается на судоходных качествах перекатов, вызывает уменьшение водности судоходных рукавов и перемещение главного течения реки в несудоходные рукава и протоки.
3. Использование закономерного изменения радиусов кривизны систем рукавов, по которым проходит главное течение реки (относительно большая часть расхода воды), заключающейся в последовательном увеличении кривизны фарватера на протяжении трех-четырех следующих друг за другом излучин русла среди островов.
4. Наиболее полное использование струенаправляющего воздействия на поток ведущих берегов.
5. Ограничение влияния крутых выбоин ведущих берегов, отклоняющих поток к середине русла.