Обязательный экземпляр

На правах рукописи

Хмелев Вячеслав Александрович

СООРУЖЕНИЯ АКТИВНОГО ТИПА ДЛЯ ЗАЩИТЫ БЕРЕГОВ РЕК ОТ РАЗРУШЕНИЯ

Специальность 05.22.17 – Водные пути сообщения и гидрография

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Новосибирск 2005

Работа выполнена в Новосибирской государственной академии водного транспорта.

Научный руководитель: д.т.н., профессор
Дегтярев Владимир Владимирович

Официальные оппоненты: д.т.н., профессор
Бик Юрий Игоревич
к.т.н.
Пронин Владимир Иванович

Ведущая организация Федеральное государственное учреждение «Ленское государственное управление водных путей и судоходства»

Защита состоится « 9 » декабря 2005 г. в 14^{30} часов в ауд.227 на заседании диссертационного совета Д223.008.02 при Новосибирской государственной академии водного транспорта по адресу: 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НГАВТ.

Автореферат разослан « 9 » ноября 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Т.Н. Михайлова

2006-4
20801

2196157

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационной работы. Берегозащита, как известно, является одним из важнейших мероприятий по обеспечению стабильности судоходных трасс и обеспечению безопасности движения флота на внутренних водных путях. Широко используется она и в других видах гидротехнического строительства. Поэтому проблема проектирования, строительства и эксплуатации берегозащитных сооружений во все времена привлекала внимание учёных и инженеров. Эти вопросы активно исследовались рядом известных специалистов по выправлению свободных рек. Однако, несмотря на многочисленные серьёзные исследования научных учреждений и многолетний практический опыт строительства и эксплуатации берегоукреплений на внутренних водных путях как нашей страны, так и за рубежом, нередки случаи неудачных работ, разрушения и повреждения сооружений, что ставит задачи по необходимости дальнейшего усовершенствования методов проектирования, строительства и эксплуатации сооружений и средств защиты берегов от разрушения. Об этом свидетельствуют труды отечественных и зарубежных учёных и практиков.

Накопленный за последние десятилетия большой производственный опыт и многие капитальные научные исследования по проектированию, строительству и эксплуатации берегоукреплений позволяют на базе этого опыта и результатов научных проработок провести дополнительные теоретические и экспериментальные работы и предложить новую, более совершенную методику проектирования надежных и экономичных берегоукреплений и берегозащитных сооружений.

Возобновление прежних объемов берегоукрепительных и берегозащитных работ на базе новых научных решений и современной изыскательской техники необходимо для развития воднотранспортной и водохозяйственной деятельности и поддержания внутренних водных путей в нормальном экологическом состоянии. Приведенное мнение подтверждается современным опытом эксплуатации внутренних водных путей, вклю-

РОС. НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА С.Петербург 09 100 экз

чая берегоукрепительные и берегозащитные работы в транспортно развитых странах Западной Европы и США.

В нашей стране деградация состояния внутренних водных путей сказывается не только на транспортном комплексе, удорожая перевозки из-за недогруза флота при уменьшении судоходных глубин, но и на экологии и жизнеобеспечении регионов. Нельзя забывать, что проведением берегоукрепительных работ на внутренних водных путях были сделаны пологими с укреплёнными берегами десятки крутых поворотов на реках Лене, Иртыше, Оби, Конде, Чулыме, Каме, Белой и других, и главным результатом этих работ стало увеличение пропускной способности пути. Вторичным эффектом мероприятий было существенное снижение вероятности ледяных заторов при весеннем или осеннем ледоходе. На Иртыше опасные заторы прекратились. На Лене и Алдане трагические события наводнений 1998 и 2001 годов в какой-то мере были вызваны прекращением руслоформирующей деятельности и защиты берегов от размыва.

Поэтому в настоящее время актуальной является проблема оптимизации выбора методов берегозащитных работ и параметров берегозащитных сооружений в условиях недофинансирования путевых работ в целом с учетом сохранения максимальной эффективности проектных решений по берегозащите.

Целью диссертационной работы является разработка и уточнение методов проектирования и возведения берегозащитных сооружений на реках с учетом особенностей разрушения берегов в криолитозоне и обобщения накопленного практического опыта применения новейших спутниковых геодезических комплексов.

Для осуществления поставленной цели определены **основные задачи исследований**:

- анализ особенностей разрушения берегов в районах криолитозоны;
- уточнение зависимости по расчету глубины воронки размыва у головы шпоры с учетом крупности донного аллювия;
- разработка рекомендаций по определению степени заложения речного откоса берегозащитных шпор с целью предот-

вращения интенсивного образования воронки размыва у головы сооружения;

- анализ протяженности водоворотной области у одиночного сооружения и оценка на этой основе эффекта берегозащиты;

- уточнение расстояний между берегозащитными шпорами на основе выявленного в лабораторных условиях эффекта взаимного подпора от берегозащитных шпор, работающих в системе на прямолинейных и криволинейных участках;

- разработка методики оперативной оценки степени уноса камня при отсыпке берегозащитных шпор;

- оценка и учет экологических факторов, влияющих на состояние вдольбереговой зоны потока с учетом размещения берегозащитных сооружений активного типа.

Методы исследований. *В ходе выполнения* диссертационной работы были использованы современные методы исследований и обработки натурных и экспериментально-лабораторных данных, а также теоретические методы гидрологии и речной гидравлики.

Научная новизна и научно-методические положения диссертационной работы заключаются в следующем:

- откорректирована зависимость по расчету глубины воронки размыва у головы шпоры;

- даны рекомендации по проектированию берегозащитных шпор с учетом предотвращения интенсивного образования воронки размыва у головы сооружения;

- даны рекомендации по оптимизации размещения системы сооружений, с учетом длины водоворотной зоны и расположения точки выклинивания при взаимном влиянии сооружений;

- получена аналитическая зависимость для оперативной оценки дальности уноса гальки и мелкого камня при отсыпке сооружений;

- опробирована методика использования современных аппаратных спутниковых геодезических средств при русловых изысканиях для проектирования берегозащиты;

- предложены рекомендации по уменьшению негативных экологических процессов на урбанизированных участках рек с учетом возведения берегозащитных шпор.

На защиту выносится:

- методика комплексного подхода и рекомендации по применению берегозащитных сооружений активного типа с учетом особенностей криолитозоны Сибири и северо-востока России;

- обоснование необходимости использования современных аппаратных спутниковых геодезических средств при изыскательских, проектных работах и русловом мониторинге;

- расчетное обоснование оценки уноса камня при отсыпке берегозащитных сооружений.

Практическая значимость. Результаты работы позволяют обеспечить берегозащитные мероприятия при уменьшении финансирования на их производство, оптимизируя затраты на производство работ с сохранением эффективности проектных решений.

Апробация работы.

Результаты диссертационных исследований внедрены на реке Оби при проектировании и строительстве берегозащитных сооружений в районе п.Ягодное и при разработке рабочего проекта берегозащитных мероприятий на реке Лене у п.Нижний Бестях– данный проект прошел государственную экспертизу и получил поддержку Исполнительной дирекции по ликвидации последствий весеннего паводка и организации восстановительных работ в Республике Саха (Якутия).

Публикации. Основные теоретические положения и практические решения опубликованы в 7 статьях и 1 учебно-методическом пособии. Перечень публикаций помещен в конце автореферата. Также материалы диссертационных исследований содержатся в 2-х отчетах НИР и одном рабочем проекте.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, библиографического списка и содержит 115 страниц машинописного текста, в том числе 42 рисун-

ков и 4 таблицы. Библиографический список содержит 132 источника, в том числе 14 изданий на английском языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрывается актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи работы.

В первой главе приводятся принципы действия и типы современных конструкций берегозащитных сооружений. Проведен анализ мирового и отечественного опыта берегоукрепления и берегозащиты. Рассмотрены особенности разрушения берегов в условиях криолитозоны и опыт использования различных типов берегозащиты на реках Сибири и Якутии с анализом их эффективности.

В заключение главы отмечается, что основополагающим в назначении конструкций берегозащитных сооружений является тщательный анализ природных условий каждого участка и поиск оптимальных решений исходя из назначения и значимости защищаемого участка. Очень важным при этом является гармоничное соотношение параметров берегозащитных сооружений, адекватное условиям защищаемого объекта. К тому же, в настоящее время строительство берегозащитных сооружений осуществляется довольно редко (при острой необходимости и при наличии у заказчика денежных средств) и носит, как правило, сугубо локальный характер. Причем самым важным требованием при назначении конструкций берегозащитных сооружений в последние годы стала необходимость создания максимально эффективной защиты при минимальных затратах. Учитывая изменившееся соотношение цен на основные материалы (стоимость 1 $м^3$ песка практически сравнялась со стоимостью 1 $м^3$ камня), таким требованиям в наибольшей степени отвечают конструкции в виде сооружений из горной массы, которые также наиболее надежны с точки зрения их устойчивости к эксплуатационным воздействиям.

Во второй главе проведен анализ особенностей разрушения берегов в зоне распространения вечномерзлых и сезонно-промерзающих грунтов северо-востока России. Отмечается ха-

рактерная особенность разрушения вечномерзлого берега по типу обрушения блоков над нишами-промывами на уровнях максимальной повторяемости при высокой температуре речной воды.

В третьей главе рассмотрены теоретические и экспериментальные вопросы проектирования берегозащитных сооружений активного типа. Изначально теоретические и практические рекомендации по проектированию и осуществлению выправления рек в России (в том числе и по берегозащите) были разработаны известными учеными-гидротехниками, к числу которых можно отнести в дореволюционной России В.Е. Тимонова, В.Г. Клейбера, В.М. Лохтина, Н.С. Лелявского, Б.Н. Кандибу. В советский период исследования продолжили Н.И. Маккавеев, А.И. Лосиевский, И.А. Шадрин, С.Н. Григорьев, П.А. Леонов, Б.А. Пышкин, Н.А. Ржаницын, А.В. Караушев, К.В. Гришанин, В В Дегтярев, Б.М. Хижов, А.З. Ильин, М.В. Мясников, С.Т. Алтунин, Е.А. Водарский.

В наши дни в области выправления и берегозащиты известны исследования В.М. Ботвинкова, В.А. Седых, Ю.А. Долженко, Б.Ф. Снищенко, Р.С. Чалова, А.С. Образовского, А.Е. Барышникова и других. В наших исследованиях мы опирались на труды предшественников, продолжая развивать решение проблемы в реальной обстановке экономических реформ и острейшего дефицита финансирования.

Как известно, граница большой низовой водоворотной зоны, так называемая кривая растекания, вначале представляет собой кривую сжатия транзитного потока. На этом участке водоворотная зона занимает большую ширину русла, чем полузапруда. Затем кривая растекания трансформируется в кривую расширения, так как влияние полузапруды снижается и ширина транзитного потока начинает увеличиваться, ширина же водоворотной зоны постепенно становится меньшей и в некотором створе будет равна длине полузапруды. Точка на кривой растекания, соответствующая этому створу, называется точкой выклинивания, а расстояние от головы полузапруды до точки выклинивания - критическим ($S_{кр}$). Ниже по течению за критиче-

ским расстоянием расширение транзитного потока проходит интенсивнее и ширина водоворотной зоны уменьшается быстрее – пока совсем не исчезнет.

На основании вышеприведенного анализа явления можно прийти к выводу, что расстояние между полузапрудами выгодно устанавливать равным критическому. Тогда транзитный поток с большими скоростями будет обтекать только головы сооружений, а напорный и сливной откосы окажутся в водоворотной зоне с малыми скоростями обратных течений. Хотя при такой расстановке полузапруд их количество возрастает, общие затраты на строительство системы сооружений уменьшаются за счет удешевления крепления откосов. У неголовных затопляемых полузапруд, в большинстве случаев, требуются крепление только головы и гребня. У незатопляемых полузапруд необходимо, как правило, прочно укреплять только головную часть.

При работе системы полузапруд коэффициенты гидравлического сопротивления сооружений различны. Последующие полузапруды имеют меньшие по сравнению с первой гидравлические сопротивления. По результатам проведения лабораторных исследований взаимодействия потока и системы незатопленных берегозащитных шпор с различными заложениями речного откоса головы была выявлена связь между величиной заложения откоса с длиной водоворотной зоны как у одиночного сооружения, так и в системе из нескольких шпор при малых степенях стеснения (0,05-0,1), характерных для участков больших рек. Данное обстоятельство позволяет учитывать практический профиль сооружения и увеличить междушпорное расстояние на 10-20% по сравнению с ранее использовавшимися рекомендациями при сохранении неразрывной водоворотной зоны между сооружениями (рисунок 1).

Данный метод применим на участках, где степень стеснения потока шпорами достаточно мала и не приводит к активному воздействию сооружений на транзитный поток подобно полузапрудам, и гидравлическими сопротивлениями, согласно натурных данных, можно пренебречь.

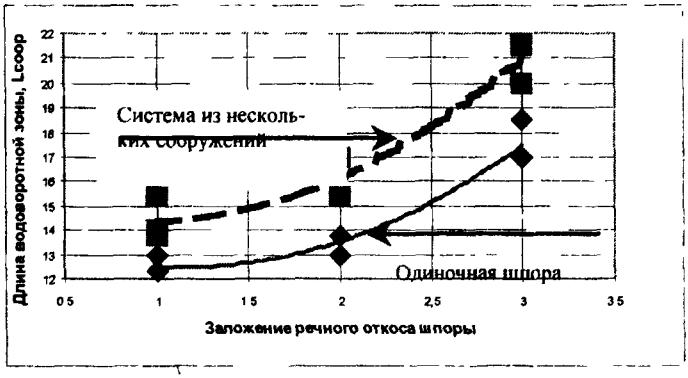

Рисунок 1 - Связь между величиной заложения откоса с длиной водоворотной зоны

Для случаев стеснения от 0,1 до 0,4 метод взаимного расположения берегозащитных шпор может рассчитываться по существующей методике В.В. Дегтярева. Для малых и средних рек плановая компоновка берегозащитных шпор должна осуществляться по методике, основанной на учете гидравлических сопротивлений, поскольку для этих случаев большая степень стеснения приводит к активному взаимодействию транзитного потока с сооружениями, по сути уже относящимися к полузапрудам.

Наряду с положительным влиянием на устойчивость защищаемых участков берегов против воздействия течения, волн и ледохода одновременно проявляются и негативные воздействия шпор в виде местного размыва дна у их голов с образованием глубоких воронок, ухудшающих устойчивость сооружений и приводящих к повреждению голов в первые годы эксплуатации берегозащитной системы. Происходит это потому, что в конечном итоге действие шпор выражается в отклонении от берега части потока, ранее протекавшего вдоль него, и в увеличении скорости течения у головы шпоры, вызывающем размыв. Наблюдения показывают, что отклоняемый шпорой поток сосредотачивается у головы шпоры, поэтому вполне естественно здесь возникают значительные деформации дна. Размыв дна у головы сооружения продолжается до тех пор, пока не создастся

новая форма живого сечения, достаточная для пропуска дополнительного расхода воды, отжатого сооружением; после этого речной откос шпоры становится устойчивее.

Интенсивность, характер и размер циркуляционных течений, а, следовательно, форма и глубина воронки размыва дна у шпор зависят от ряда гидравлических, геологических и конструктивных параметров.

Анализ литературных источников с результатами лабораторных и натурных исследований различных авторов показал, что глубину воронок размыва у голов полузапруд и шпор изучали С.Т. Алтунин, И.А. Бузунов и другие, однако только для условий рек Средней Азии, где нет ни вечной, ни сезонной мерзлоты, а русло сложено из мелких пылеватых песков и очень подвижно. Глубина воронок размыва, определенная по таким эмпирическим формулам, значительно превышает фактические размывы у голов поперечных регуляционных сооружений на Лене и ее притоках, где русло сложено галькой и крупными песками с наличием вечномерзлых грунтов в подстилающих слоях.

На основе обобщения новых натурных данных и после внесенных дополнений в эмпирическую формулу, предложенную А.Д. Курносовым, более полно учитывающих влияние на глубину воронки заложения речного откоса головы шпоры и вида донного аллювия в русле, нами была получена региональная зависимость для прогноза глубин воронок размыва у голов берегозащитных шпор.

В конечном виде формула имеет следующий вид:

$$T_{разм} = \left(\frac{2T_б}{0{,}5\ell_ш + T_б} + 0{,}02\frac{v_{\cdot} - v_{нр}}{\omega} \right) \cdot \ell_ш \cdot k_m \cdot k_v \cdot k_a \qquad (1)$$

где $T_{разм}$ – глубина воронки размыва, м;

$T_б$ – бытовая глубина на вертикали у головы шпоры перед возведением сооружения, м;

$\ell_ш$ – длина шпоры, м;

$v_г$ – скорость течения у головы шпоры после постройки сооружения, м/с;

$v_{нр}$ – неразмывающая скорость для донного аллювия в зоне головы сооружения, м/с;

ω – гидравлическая крупность донного аллювия у головы сооружения, м/с;

k_m – коэффициент, учитывающий влияние на глубину размыва заложения откоса головы шпоры;

k_v - корректирующий сомножитель, учитывающий изменение состава донного аллювия по отношению к мелкому песку;

k_α - коэффициент, учитывающий положение оси шпоры относительно направления течения у головы сооружения.

В таблице 1 приводятся результаты расчетов глубины воронки размыва для проектируемых берегозащитных шпор у п.Нижний Бестях (срезка +2 м по гидропосту Якутск) при следующих исходных данных: длина сооружений 40 м, глубина у головы 6 м, скорость течения у головы 1,2 м/с.

Таблица 1 - Расчет глубины воронки размыва

Тип грунта в русле у головы шпоры	Заложение *m* речного откоса	Глубина воронки, м
Песок среднекрупнозернистый	3	7,0
	5	1,07
	6	0
Мощение гравийно-щебеночной смесью $d_{ср}$ = 100 мм	3	4,22
	5	***0,64***
	6	0
Мощение горной массой $d_{ср}$ = 200 мм	3	2,9
	5	***0,44***
	6	0

По результатам расчетов видно, что для обеспечения безаварийной работы сооружений заложение речного откоса голо-

вы должен составлять значение 5-6, при которых не будет образовываться воронка размыва. Заложение речного откоса менее 3-4 может привести к неблагоприятным последствиям при эксплуатации сооружений и даже к их повреждению и дальнейшему разрушению потоком.

Это подтверждается результатами лабораторных испытаний на кафедре Водных путей, гидравлики и гидроэкологии НГАВТ и натурных исследований на р.Лена на модели берегозащитной шпоры, отсыпанной из песка в одной из Городских проток.

В четвертой главе изложена аналитическая методика оперативного определения дальности уноса камня при отсыпке сооружений. При сбросе в воду строительных материалов – камня, гальки или песка в процессе строительства берегозащитных шпор неизбежны потери от уноса течением реки за пределы геометрических габаритов запроектированных сооружений. Величина уноса зависит от крупности материала, скорости течения, глубины потока, технологии отсыпки и ряда других менее значимых факторов. Приближенно объем уноса несвязного грунта при намыве в воду, как среднюю величину для всего процесса намыва сооружений, можно определить по номограмме В.В. Дегтярёва. Однако эта номограмма может использоваться только для песков различной крупности.

При сбросе камня в воду, в силу воздействия на него течения, также будет наблюдаться определенное отклонение камня от вертикальной траектории падения. Естественно, что это отклонение будет тем больше, чем значительнее глубина на участке строительства и интенсивнее скорость течения реки.

Основное уравнение, определяющее величину силы взаимодействия потока с обтекаемым им твердым телом, как известно, следующее:

$$F = \eta \rho L^2 V_1^2 \ , \qquad (2)$$

где η - коэффициент обтекания;

L^2 - принятая за основу характерная площадь обтекаемого тела, м^2;

V_T - средняя скорость набегающего потока, м/с;

ρ - плотность жидкости, кг/м^3.

В данном случае, когда нас интересуют достаточно крупные размеры сбрасываемых в воду элементов породы, приведенные выше факторы охватываются понятием гидравлической крупности элемента материала.

Уравнения движения камня были заданы формулами

$$x = \frac{v_T^2}{\omega}\left(t + \frac{\omega}{A}e^{-\frac{At}{\omega}}\right) - \frac{v_T^2}{A} \quad \text{и} \quad y = \omega\left(t + \frac{\omega}{A}e^{-\frac{At}{\omega}}\right) - \frac{\omega^2}{A} \qquad (3)$$

где A – параметр, характеризующий относительную плотность.

Это уравнения траектории в параметрической форме, после преобразований которых получено искомое выражение траектории падения камня в движущемся речном потоке, в виде

$$y = x\frac{\omega^2}{v_T^2} \qquad (4)$$

Дальность уноса камня течением при глубине потока y = T зависит от глубины, средней скорости течения и гидравлической крупности камня

$$b = \frac{Tv_T^2}{\omega^2}, \qquad (5)$$

<u>В пятой главе</u> выполнен анализ состояния речной экосистемы урбанизированных участков рек на примере городов Якутск и Новосибирск. Проведение берегозащитных мероприятий путем возведения сооружений активного типа требует учета изменения поля скоростей реки с образованием тиховодов и заводей, становящихся накопителями всевозможных загрязнений. Это характерно для акваторий портов, где выполняются грузовые и бункеровочные операции с нефтью и нефтепродуктами, а особенно для зон впадения притоков, сток которых перенасыщен промышленными и хозяйственно-бытовыми (нередко токсичными) загрязнениями.

Проведенные исследования позволяют дать следующие рекомендации: непосредственно в зоне больших городов и других подобных крупных источников загрязнений возведение берегозащитных шпор нежелательно, т.к. это может послужить

причиной создания у берегов локальных скоплений загрязняющих веществ с превышением ПДК. В пределах таких мест экологически безопаснее защищать берега от размыва сооружениями пассивного действия - каким-либо покрытием или намывом пляжа с расчетом периодической подсыпки грунта для его восстановления (через 3-4 года).

В шестой главе приводятся результаты применения спутниковых геодезических комплексов при проведении русловых изысканий. В основу комплекса входит спутниковая аппаратура получения плановых координат (GPS-приемники) и цифровой эхолот. В качестве накопителя измеренной информации служит портативный компьютер типа ноутбук. Вся аппаратура устанавливается непосредственно перед промером на моторную лодку или катер, имеющий небольшие размеры и осадку. Промерное оборудование имеет небольшие габариты и питается от бортовой сети (аккумулятор) напряжением 12 В.

В Ленском бассейне, где выполнялись основные натурные исследования, к настоящему времени проводится широкое внедрение производства промерных работ с использованием Global Position System (GPS) -NAVSTAR и ГЛОНАСС - глобальных систем позиционирования. Применение программно-аппаратных комплексов, имеющих в своем составе GPS-ГЛОНАСС приемники, переносной компьютер, компактный эхолот и специализированное программное обеспечение, дает очень хорошие показатели - во-первых, увеличение точности промеров (в пределах 2-3 метров при движении и до 1 м в статике), во-вторых, увеличение оперативности производства полевых работ за счет увеличения скорости промеров (промеры могут выполняться со скоростью до 40 км/ч), в третьих, численность изыскательской партии сокращается с 6-8 до 2-3 человек. Схема работы промерного комплекса выглядит следующим образом (рисунок 2):

Используя опорные точки, на бестяхском участке реки Лена способом кинематики были получены координаты и высоты дополнительных разбивочных реперов.

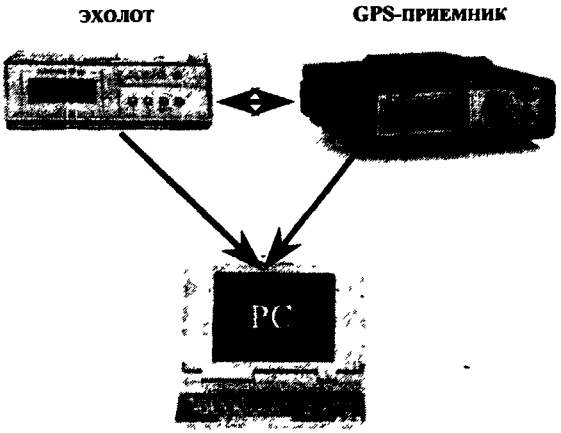

Рисунок 2 - Схема работы промерного комплекса

С помощью метода непрерывной кинематики были измерены продольные профили водной поверхности на Бестяхском участке реки Лена:

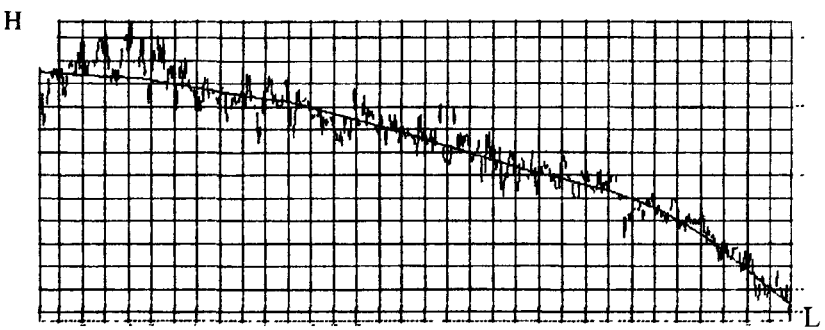

Рисунок 3 - Продольный профиль свободной поверхности на Бестяхском участке р.Лена.

Результаты проведенных опытных натурных исследований с применением современных аппаратных методов доказали, что использование автоматизированных промерных комплексов и мобильных спутниковых геодезических приборов весьма перспективно и обладает способностью оперативного получения данных, необходимых для обеспечения изыскательских, проект-

ных, научно-исследовательских и строительно-путевых работ широкого профиля.

При использовании берегозащитных сооружений также важно иметь четкое представление, насколько далеко распространяются вторичные циркуляционные течения и насколько они воздействуют на поле скоростей регулируемого участка реки. Эти аспекты проблемы решаются только на основе натурных исследований в комплексе с математическим моделированием, поскольку лабораторные гидравлические исследования на доступных мелкомасштабных моделях дают весьма искаженные результаты, особенно по гипсометрии потока и трасс вторичных течений. В главе также отмечается полное соответствие действительности гипотезы об искажающем влиянии стенки (берега) на свободную поверхность по сравнению с основной частью потока. Это дает основание заявить о большей достоверности гипсометрических измерений с воды спутниковыми геодезическими комплексами по сравнению с нивелировкой уреза водной поверхности у берега.

Диссертационные исследования проводились на кафедре Водных путей, гидравлики и гидроэкологии Новосибирской государственной академии водного транспорта. Основой исследований были результаты лабораторных опытов и натурных наблюдений. накопленные соискателем в период с 1998 по 2005 годы.

Заключение. По итогам проведенных исследований автором были получены следующие результаты в соответствии с поставленными задачами:

- на основе обработки натурных наблюдений выполнен развернутый анализ особенностей разрушения берегов в бассейнах рек северо-востока России;
- получена уточненная аналитическая зависимость по расчету глубины воронки размыва у головы шпоры с учетом крупности донного аллювия;
- определены оптимальные заложения речного откоса головы шпоры, предупреждающие образование воронки размыва при данной крупности донного аллювия;

- проведена оценка влияния степени заложения речного откоса головы шпоры на длину водоворотной зоны и даны рекомендации по оптимизации расстановки шпор в системе из нескольких сооружений с учетом влияния нижерасположенных шпор системы;

- получена аналитическая зависимость для оперативной оценки дальности уноса гальки и мелкого камня при отсыпке сооружений с учетом скорости речного потока и гидравлической крупности строительного материала;

- разработана и апробирована методика использования современных аппаратных спутниковых геодезических средств при изыскательских, проектных работах и мониторинге состояния сооружений при их эксплуатации;

- проведена оценка и учет экологических факторов антропогенного влияния на речную систему в урбанизированных районах, влияющих на состояние вдольбереговой зоны потока и внесены предложения по обеспечению экологической безопасности при планировании берегозащитных мероприятий.

При подведении итогов необходимо подчеркнуть, что при выполнении берегозащитных работ следует учитывать то, что основополагающим фактором в назначении конструкций берегозащитных сооружений в современных условиях является тщательный анализ природных условий каждого участка и поиск оптимальных решений, исходя из назначения и значимости защищаемого участка. Очень важным при этом является гармоничное соотношение параметров берегозащитных сооружений, адекватное условиям защищаемого объекта.

Основные публикации

1. Хмелев В.А. Сравнительный анализ содержания тяжелых металлов в отложениях р.Обь в черте Новосибирска / В.А. Хмелев // Сибирский научный вестник: Новосибирский научный центр «Ноосферные знания и технологии» РАЕН. Вып. IV. - Новосибирск: Изд. НГАВТ, 2000. – С.110-113

2. Хмелев В.А. Учет взаимного подпора при определении расстояний между полузапрудами/ В.А. Хмелев // Эрозионные и русловые процессы в Сибири: Материалы рабочего совещания

Межвузовского научно-координационного совета по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов при МГУ, 21-22 апреля 2003 г. – Барнаул: изд. АГУ, 2003. – С. 95-96
3. Хмелев В.А. Изменение планового расположения судоходной трассы на реке Лена в районе г.Якутск/ В.А. Хмелев // Молодые ученые – внутреннему водному транспорту Сибири. Сб.науч.тр. - Новосибирск: НГАВТ, 2003. – С.97-109
4. Хмелев В.А. Предложения по прекращению разрушения правого берега р.Лена у пристани и поселка Нижний Бестях/ В.А. Хмелев // Молодые ученые – внутреннему водному транспорту Сибири. Сб.науч.тр. - Новосибирск: НГАВТ, 2003. – С.110-124
5. Хмелев В.А. Мероприятия по предотвращению разрушительного воздействия потока на правый берег р.Лена в районе поселка Нижний Бестях/ В.В. Дегтярев, В.А. Хмелев // Дальнейшее совершенствование природной, техногенной и пожарной безопасности населения и территорий – устойчивое развитие Сибирского региона. Материалы научно-практической конференции. - Новосибирск, 2004. – С. 120-123
6. Хмелев В.А. Расчетная оценка потерь от уноса грунта и камня под воздействием течения при отсыпке берегозащитных сооружений / В.А. Хмелев // Сибирский научный вестник: Новосибирский научный центр «Ноосферные знания и технологии» РАЕН. Вып. VII - Новосибирск: Изд. НГАВТ, 2004. – С.150-156
7. Хмелев В.А. Современные аппаратные методы русловых изысканий и мониторинга. Учебно-методическое пособие/ Ю.А. Долженко, Е.В. Кочнев, Г.А. Ухов, В.А. Хмелев. – Новосибирск: НГАВТ, 2004. – 69 с.

Подписано к печати 07. 11. 2005 г.
Формат 60x84. Заказ №20. 1/16. печать офсетная.
Объем 1 усл.печ.лист. Тираж 100 экз.

Отпечатано отделом оперативной полиграфии НГАВТ
Лицензия ЛР 021257 от 27.11.1997 г.

630104, Новосибирск, ул.Советская, 60

№ 21957

РНБ Русский фонд

2006-4
20801