

УДК 627.417.3

## ВЫБОР ТИПА ГТС ДЛЯ ЗАЩИТЫ БЕРЕГОВОЙ ПОЛОСЫ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Пилипенко Татьяна Викторовна<sup>1</sup>, доцент, кандидат технических наук

e-mail: [taniavp\\_2005@rambler.ru](mailto:taniavp_2005@rambler.ru)

Ефременко Дмитрий Анатольевич<sup>2</sup>, аспирант

e-mail: [efremenk0dmit@yandex.ru](mailto:efremenk0dmit@yandex.ru)

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет водного транспорта, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>ООО «Запсибгипроводхоз», Новосибирск, Россия

**Аннотация.** Целью статьи является определение оптимального типа ГТС для защиты береговой полосы Новосибирского водохранилища на основе анализа существующих типов ГТС, их характеристик и условий применения. В статье приведен актуальный пример гидротехнического сооружения для Новосибирского водохранилища исходя из реальных исходных данных, обоснован его подбор.

**Ключевые слова:** гидротехническое сооружение, береговая линия, водохранилище, берегоукрепительное сооружение.

## FEATURES OF THE OPERATION OF HYDRAULIC STRUCTURES TAKING INTO ACCOUNT THE EFFECTS OF SALT WATER

Pilipenko Tatyana Viktorovna<sup>1</sup>, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences

e-mail: [taniavp\\_2005@rambler.ru](mailto:taniavp_2005@rambler.ru)

Efremenko Dmitry Anatolyevich<sup>2</sup>, Doctoral Student

e-mail: [efremenk0dmit@yandex.ru](mailto:efremenk0dmit@yandex.ru)

<sup>1</sup> Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup> LLC «Zapsibgiprovozhoz», Novosibirsk, Russia

**Abstract.** The purpose of the article is to determine the optimal type of hydraulic engineering structure for the protection of the coastal strip of the Novosibirsk reservoir based on the analysis of existing types of hydraulic engineering structures, their characteristics and conditions of use. The article provides an actual example of a hydraulic engineering structure for the Novosibirsk reservoir based on real initial data, and its selection is justified.

**Keywords:** hydraulic engineering structure, shoreline, reservoir, shore protection structure.

В условиях современного мира, где изменение климата и антропогенное воздействие становятся всё более актуальными проблемами, защита береговой полосы водоёмов

приобретает особое значение. Одним из эффективных способов защиты является использование гидротехнических сооружений (ГТС).

Новосибирское водохранилище, расположенное на реке Обь, является важным объектом инфраструктуры региона. Оно обеспечивает водоснабжение, судоходство и рекреацию. Однако береговая полоса водохранилища подвергается различным негативным воздействиям, таким как эрозия, оползни и подтопление.

Выбор типа ГТС для защиты береговой полосы Новосибирского водохранилища является сложной задачей, требующей учёта множества факторов. В данной статье мы рассмотрим основные типы ГТС, их преимущества и недостатки, а также критерии выбора оптимального типа ГТС для конкретных условий береговой полосы Новосибирского водохранилища в районе села Красный Яр Ордынского района Новосибирской области.

Целью данной статьи является определение оптимального типа ГТС для защиты береговой полосы Новосибирского водохранилища на основе анализа существующих типов ГТС, их характеристик и условий применения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть основные типы ГТС и их характеристики;
- определить критерии выбора оптимального типа ГТС;
- провести анализ условий береговой полосы Новосибирского водохранилища;
- предложить оптимальный тип ГТС для защиты береговой полосы.

Актуальность данной темы обусловлена необходимостью обеспечения безопасности и устойчивости береговой полосы Новосибирского водохранилища в условиях изменения климата и антропогенного воздействия.

Новосибирское водохранилище долинного типа осуществляет сезонное регулирование стока. По морфологическим признакам акватория водохранилища делится на три участка: верхний (расстояние от 130 км от плотины), средний (60-130 км от плотины) и нижний (расстояние до 60 км от плотины). В водохранилище впадает 19 малых рек, из них наиболее крупная р. Бердь.

Уровненный режим водохранилища определяется периодическими изменениями его объема вследствие поступления и расходования воды, а также колебаниями водной поверхности, обусловленными ветровым воздействием. Наполняясь весной, водохранилище срабатывается в течение осенне-зимнего периода, причем амплитуда сработки в среднем составляет 4,76 м.

Чаша водохранилища находится на территории Новосибирского, Искитимского, Ордынского районов, Крутихинского и Каменского районов Алтайского края. Площадь водного зеркала 1070 км<sup>2</sup>, полный объем 8,8 км<sup>3</sup>. Наибольшая ширина водохранилища 22 км, длинна 185 км, максимальная глубина 29 метров, средняя 9 метров, 50% площади водохранилища имеет глубину менее 5 метров. На его берегах разместились санатории, пансионаты, базы и дома отдыха, оздоровительные детские лагеря.

Процессы разрушения берегов на Новосибирском водохранилище проявились уже в период его заполнения, при этом разрушение сразу было интенсивным. Эти процессы продолжаются до настоящего времени. Основная причина разрушения берегов водохранилища – воздействие ветровых волн, сопряженное с дефицитом рыхлого материала в береговой зоне. Последствия береговой эрозии приводит к обострению экологических проблем: снижению рыбных ресурсов, разрушению берегов, заилению дна, ухудшению качества воды.

Факт постоянного воздействия вод на прибрежные территории требует организации систематического и постоянного наблюдения за состоянием берегов, прогнозирования связанных с этим опасных природных явлений, разработки и внедрения эффективных методов предупреждения или смягчения их последствий.



Этот комплекс мероприятий предусмотрен утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 10.04.2007 г. № 219 «О введении в действие Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов», которое определяет мониторинг водных объектов как систему наблюдений, оценки и прогноза изменений их состояния.

По результатам мониторинга, при необходимости укрепления береговой линии, специалистами подбираются гидротехнические сооружения исходя из технико-экономического обоснования.

Основными типами гидротехнических сооружений для защиты береговой линии водохранилища являются волнозащитные и берегоукрепительные сооружения, а также сооружения для защиты от эрозии и оползней. Волнозащитные сооружения предназначены для защиты берега от разрушительного воздействия волн, могут быть выполнены из различных материалов, таких как бетон, камень, дерево и др. Берегоукрепительные сооружения предназначены для укрепления берега и предотвращения его разрушения, могут быть выполнены в виде подпорных стенок, шпунтовых рядов, габионов и др. Сооружения для защиты от эрозии чаще всего выполняются в виде каменных набросов, бетонных плит и габионов, служат для предотвращения разрушения берега в результате эрозии. Сооружения для защиты от оползней могут быть выполнены в виде подпорных стен, свайных конструкций, дренажных систем и прочих конструкций для предотвращения оползневых процессов на берегу.

Выбор типа ГТС зависит от конкретных условий местности, таких как рельеф, геологическое строение, гидрологический режим и др. Важными критериями при выборе сооружения помимо цели защиты береговой линии являются тип водохранилища, экономические и экологические факторы, долговечность, ремонтпригодность и безопасность. Только при комплексном анализе всех факторов специалист сможет подобрать тип сооружения и корректно его запроектировать.

В качестве актуального примера следует рассмотреть участок береговой линии Новосибирского водохранилища в районе села Красный Яр Ордынского района Новосибирской области, активно подвергающийся размыву. На данном участке требуется берегоукрепительное сооружение длиной 3175 м. Конструкция сооружения подобрана исходя из сравнения проектов-аналогов, расположенных на Новосибирском водохранилище и расчетным затратам на осуществление мероприятий.

Проанализировав исходные данные по выбранному участку береговой линии предложен комплексный вариант из двух берегозащитных сооружений с использованием шпунтовой стенки из композиционного материала, банкета из горной массы и искусственного расчленения берега на бухты. Для предотвращения абразии берегового склона от волновой нагрузки предусматривается отсыпка вдоль берега строительного профиля песчаного пляжа и устройство пляжеудерживающего сооружения в виде прерывистого волнолома.

Первой частью комплексного сооружения является банкет из горной массы. После переформирования его волнением акватории Новосибирского водохранилища он примет вид естественных каменно-набросных пляжей. Банкеты из горной массы зарекомендовали себя на Новосибирском водохранилище, как надежное сооружение, эффективно выполняющее свою берегозащитную функцию. Недостатком банкетов из горной массы является невозможность (не безопасность) использования его для целей рекреации.

Для обеспечения возможности рекреационного использования побережья Новосибирского водохранилища в рассматриваемом варианте устраивается вставка пляжа длиной 300 м. Для защиты песчаных пляжей во вставках от значительных потерь пляжеобразующего песка предусматривается устройство системы ограждающих бун и волноломов, которые будут способствовать снижению потерь пляжеобразующего песка за



счет вдольберегового переноса песка и бухтовому расчленению пляжных вставок. Такое бухтовое очертание пляжа наиболее устойчиво к воздействию штормов различного направления за счет аккумулирующей способности пляжеудерживающих сооружений.

В начальный период формирования шлейфа банкета будет происходить углубление, и переработка отмели перед банкетом. Продукты переработки будут вовлекаться во вдольбереговой поток наносов. Для аккумуляции наиболее крупной фракции из переработанных грунтов отмели предусмотрено устройство шпор, которые одновременно исполняют роль технологических разворотных площадок для машин и механизмов. Такую же роль будут выполнять и пляжеудерживающие сооружения. Наличие зон аккумуляции снизит переработку сооружений и удлинит срок их эксплуатации.

Очертания банкета в плане близко к положению бровки клифа. Необходимо отметить, что зубчатое, или ломаное положение банкета в плане, более устойчиво к воздействию волнения, чем прямолинейное. Это обуславливается тем, что при воздействии на мысовые фрагменты происходит трансформация волнения, смена направления ее воздействия, приводящая к образованию встречных потоков. Все это способствует формированию зон насыщения потоков наносов и зоны аккумуляции его. В конечном счете, это способствует диссипации (рассеиванию) энергии волнения.

Благоустройство забанкетного пространства и строительство противэрозионных сооружений позволяет довести комплекс берегозащитных сооружений до параметров, обеспечивающих его нормальное рекреационное использование, и повысят эстетический вид сооружений берегозащиты.

Второй частью берегоукрепительного сооружения является искусственное расчленение берега на бухты с помощью различных, устраиваемых большей частью из несортированного камня, сооружений и элементов: бун, волноломов, блокирующих элементов, искусственных мысов и других элементов.

Бухты заполняются (сразу или после естественного формирования волнами заданных размеров бухт) пляжеобразующим материалом в объеме, достаточном для формирования пляжей бухтового очертания, или в ряде случаев, не заполняются каким-либо привозным грунтом.

В рассматриваемом варианте предусмотрены пляжеудерживающие сооружения представляющие собой прерывистые волноломы, в тени которых формируются зачатки перейм, преграждающие сквозное перемещение наносов вдоль берега и способствующие бухтовому расчленению искусственно созданной песчаной призмы из песка. При бухтовом расчленении берега, образованные в них пляжи являются наиболее устойчивыми. Для гарантированного формирования в волновой тени волнолома переймы необходимо, чтобы при направлении равнодействующей волнения под косым углом к берегу длина волнолома была в 1,5 раза больше расстояния от песчаных берега (отсыпанной призмы) до волнолома, при этом расчётный профиль пляжа не должен выходить за линию волноломов. Пляжи наиболее устойчивы в бухтах, имеющих приблизительно круговое очертание по урезу воды. При этом длина волнолома должна быть не меньше ширины подводного расчётного пляжа. Этим условиям соответствуют волноломы длиной в среднем по 90 м, с разрывами между ними в среднем также через 90 м, удалёнными не более чем на 60 м от отсыпанной песчаной призмы.

Класс капитальности данных берегоукрепительных сооружений – третий.

### **Список литературы:**

1. Татьяна Пилипенко: Динамика обработки береговой линии Новосибирского водохранилища sAFE 2021 OP Conf. Серия: Наука о Земле и окружающей среде 937 (2021)



042097 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/937/4/042097, Татьяна Пилипенко, Екатерина Енаки, Виктория Беляева и Вера Кофеева

2. Леонтьев О.К., Никифоров Л.Г., Сафьянов Г.А. Геоморфология морским берегов. – М.: Изд-во МГУ, 1975 – 17с.

3. Основные правила использования водных ресурсов Новосибирского водохранилища на реке Оби. Москва, 1969 (РВ-166-69).

4. Татьяна В. Пилипенко, Татьяна Н. Михайлова, Наталья П. Ахматова, Евгений И. Сусликов (2022). Оценка влияния застройки пойменной части реки Обь на безопасность судоходства. 10.1007/978-3-030-96383-5\_103.

5. ГОСТ 21667-76 Картография. Термины и определения (с Изменением 1, 2): дата введения 01.07.1977/ официальное издание М.: ИПК Издательство стандартов, 2002 год

6. ГОСТ Р 51605-2000 Карты цифровые топографические. Общие требования: дата введения 01.01.2001/ официальное издание М.: ИПК Издательство стандартов, 2000 год

7. ОСТ 68-3.6-99 Карты цифровые топографические. Формы представления. Общие требования ГОСТ Р 50828-95: дата введения 01.10.1999/ Роскартография. - М.: ЦНИИГАиК, 1999 год

8. ГОСТ Р 51353-99 Геоинформационное картографирование. Метаданные электронных карт. Состав и содержание: дата введения 01.07.2000/ официальное издание М.: ИПК Издательство стандартов, 2000 год

