

# Берегоукрепительное сооружение на р. Иртыш в Тобольске

Д.В. ЕЛИЦУР, главный инженер ОАО «Сибречпроект», Новосибирск

**В г. Тобольске запроектировано и в настоящее время строится сложное и ответственное берегоукрепительное сооружение на свободной реке, аналогов которому в нашей стране нет.**

С 1875 по 1996 годы в Тобольске действовало одно из первых в России учреждений по борьбе с сибирской язвой, близ которого находились скотомогильники и другие объекты захоронения лабораторных животных и продуктов их жизнедеятельности. Соответствующий участок расположен на правом берегу р. Иртыш в Тобольске, на нижней части берегового склона надпойменной террасы реки (рис. 1).

В результате интенсивного воздействия высоких весенне-летних паводков р. Иртыш в 1998–1999 годах произошли значительные обрушения берегового склона. Началось разрушение территории, на которой производилась утилизация зараженного навоза, а сами скотомогильники оказались вблизи зоны обрушения.

Ввиду чрезвычайности сложившейся ситуации, по просьбе администрации г. Тобольска к вопросу разработки мер по предупреждению экологической катастрофы в бассейнах рек Иртыш и Обь были привлечены специалисты Института проблем освоения Севера СО РАН, Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова СО РАН, Института проблем экологии растений и животных РАН а также Тюменского научного центра СО РАН. Ими были рассмотрены возможные пути устранения опасности заражения, и наиболее действенной мерой было признано строительство берегоукрепления р. Иртыш в районе расположения захоронений.

В апреле 2000 года администрация Тобольска провела тендерные торги по проектированию и строительству объекта «Берегоукрепление р. Иртыш в районе скотомогильника в г. Тобольске». Победителем тендера на строительство стали ЗАО «Гилан» (г. Тюмень) и ЗАО «Запсибгидростройсервис» (г. Сургут). К проектированию берегоукрепления приступило ОАО «Сибречпроект» (г. Новосибирск).

В ходе проектных работ пришлось решать многие нестандартные задачи, связанные с уникальными природны-

ми и техногенными инженерными условиями площадки, выявленными при изучении фондовых материалов, а также в ходе собственных комплексных инженерных изысканий, выполненных ОАО «Сибречпроект» и сторонними организациями начиная с 2000 года.

На основании выявленных данных спрогнозировано отступление в ближайшие 45 лет береговой черты на расстояние до 40 метров.

В ходе изысканий и предпроектных проработок определен способ защиты от разрушения естественного берегового склона путем образования перед ним берегоукрепления откосного профиля с вертикальным упором у основания насыпи. Проектируемое сооружение призвано защитить естественный береговой склон от всех внешних воздействий, исключить деформации береговой линии, а также обеспечить общую устойчивость закрепляемого участка берега в соответствии со степенью ответственности защищаемых объектов.

При определении поперечного профиля и плановых очертаний учтены два основных фактора.

Очевидно, что сооружение должно стать средством пассивной защиты берега, практически не оказывающим влияния на гидравлику речного потока. Поэтому положение линии регулирования было выбрано по условию обеспечения незначительного уменьшения живого сечения русла — не более чем на 10% при максимальных уровнях воды в р. Иртыш и при отсутствии сжатия потока в межень.

Выбор поперечного профиля сооружения был ограничен необходимостью сохранения существующего положения береговой бровки, исключаящей возможность уполаживания естественного откоса срезкой, а также упомянутыми соображениями о положении линии регулирования. Естественно, что при этом требовалось обеспечить общую и местную устойчивость откосов сооружения, определить оптимальные конструктивные решения и обеспечить



**Рис. 1. Естественный береговой склон на будущей площадке строительства**

наименьшую материалоемкость сооружения.

Проектируемое берегоукрепительное сооружение имеет протяженность по линии регулирования 500 м и выступает в реку при максимальных уровнях воды в среднем на 90 м (при ширине русла в паводок до 900 м); среднее заложение откосной части составило 1,97. При стоянии максимальных уровней воды общая площадь дна реки между створами верхового и низового окончаний берегоукрепления составляет приблизительно 45 га, а занимаемая сооружением площадь — 5 га. Поэтому можно ожидать, что влияние берегоукрепительного сооружения на интенсивность размыва нижележащих участков берега будет незначительным.

С учетом значительного объема предстоящих строительных работ, ответственности сооружения, а также непростых условий финансирования, было принято решение о проведении берегоукрепительных работ в два этапа. Конструктивные решения, выполняемые в рамках первого этапа, должны обеспечить защиту нижней части берегового склона от воздействия основного разрушающего фактора — речного потока, а в рамках второго этапа намечено устроить защиту верхней части склона от водной и ветровой эрозии со стабилизацией положения бровки при условии обеспечения общей и местной устойчивости откоса.

В составе первого этапа предусмотрено строительство нижней части берегоукрепления — полукоткосного профиля до отметки 56,00 м Балтийской системы (БС) на протяжении 500 м по линии регулирования, с вертикальным упором в виде одноанкерного больвер-

ка из трубчатых металлических свай марки ШТС длиной 11,6 м (ТУ 0925-003-01393674-95), изготовляемых ЗАО «Трест Запсибгидрострой» (г. Сургут). Лицевой трубошпунтовый ряд объединен оголовком из монолитного железобетона и заанкерован тягами из круглого проката за анкерные сваи из стальных труб. С целью обеспечения общей устойчивости сооружения предусмотрено на удалении 1,5 м от анкерных свай удерживающий свайный ряд из таких же стальных труб длиной 17,5 м. Совместно с лицевой стенкой свай анкерного и удерживающего рядов, будучи объединены ростверком из монолитного железобетона, конструктивно образуют мощный свайный упор у речной грани проектируемого сооружения.

Обратная засыпка лицевой стенки и тело сооружения устроены из дренирующего песчаного грунта с коэффициентом стандартного уплотнения не менее 0,95; за лицевой стенкой предусмотрена дренажная призма.

Затопляемый откос заложением 2,5 и незатопляемая берма на отметке 47,03 м БС, используемая для проезда инспекционного автотранспорта, покрываются сборными железобетонными плитами. Нижняя часть естественного берегового откоса защищается устройством насыпи с заложением откоса 2 до отметки 56,00 м БС. На сооружении организуется система сбора ливневых стоков. Для сбора и отвода грунтовых вод у подошвы берегового откоса запроектировано устройство линейного дренажа.

С коренным берегом сооружение сопрягается косыми откосами и конусами, по которым выполнены съезды на естественный берег с низовой стороны сооружения и на подъездную автодорогу — с верховой. Крепление дна в пределах сооружения выполнено на ширине 20,0 м от линии регулирования щебнем с толщиной слоя до 1,0 м.

Конструктивные решения второго этапа берегоукрепительных работ обеспечивают защиту берегового склона выше отметки 56,00 м БС от разрушающих его эрозионных процессов и обеспечивают окончательную стабилизацию положения бровки при условии обеспечения общей устойчивости откоса.

В границах второго этапа берегоукрепление предусматривает сооружение откосного профиля, который образуется отсыпкой песчаного грунта с теми же характеристиками. Для удобства производства строительного-монтажных работ, а также инспекционного осмотра и текущего ремонта готового сооружения насыпь разделена по высоте промежуточ-

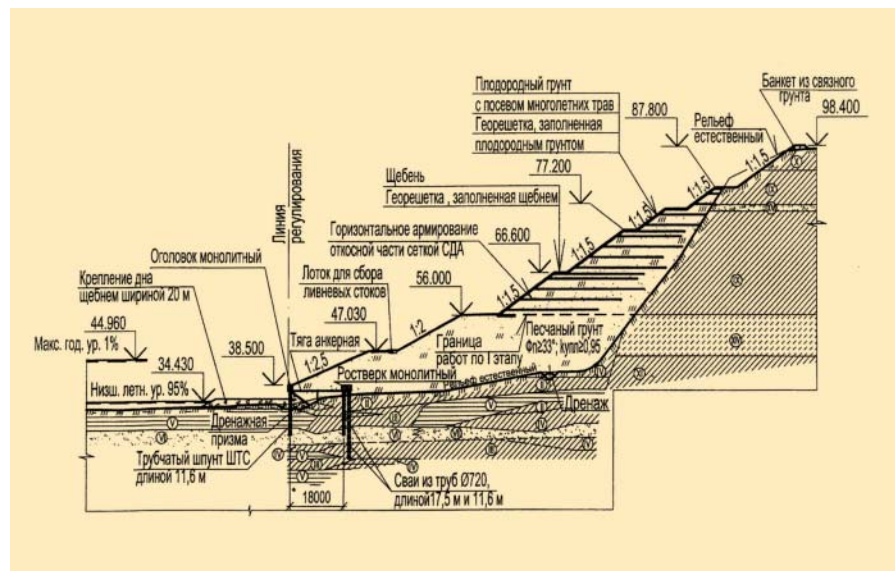


Рис.2. Берегоукрепительное сооружение (конструктивный разрез)

ными бермами, расположенными на отметках 56,00; 66,60; 77,20 и 87,80 м БС. Заложение откосов между бермами принимается равным 2,0 (в интервале отметок 47,11 — 56,00 м БС) и 1,5 (выше отметки 56,00 м БС). Верхний ярус берегоукрепления выше отметки 87,80 м БС образован подрезкой коренного берегового откоса, в необходимых местах укреплен щебеночными контрфорсами. Для предотвращения разрушения откосной части по верху сооружения на отметке 98,40 м БС (с превышением над прилегающей территорией) образовано защитное обвалование.

Для обеспечения расчетной устойчивости расположенной вблизи поверхности откоса части насыпи предусматривается горизонтальное послойное армирование грунта стекловолоконными дорожными сетками.

В качестве крепления поверхности насыпных и спланированных откосов выше отметки 47,10 м БС и верхней бермы от ветровой и водной эрозии, а также для крепления берм применены георешетки «Прудон-494» со щебеночным и грунтовым заполнением и посевом многолетних трав.

С целью организации движения автотранспорта в период строительства, а также последующего осмотра и обслуживания сооружения предусмотрено сквозной проезд с нижней бермы на отметке 47,11 м БС (с подъездной автодорогой) до бермы на отметке 97,80 м БС.

В соответствии с проектными решениями, расход основных строительных материалов следующий:

- трубчатый стальной шпунт — 1192 т;
- сваи из стальных труб, анкерное оборудование — 1511 т;
- песчаный грунт — 980 тыс. м<sup>3</sup>;

- стекловолоконные дорожные сетки СДА — 257,4 тыс. м<sup>2</sup>;
- георешетки «Прудон-494» — 70,8 тыс. м<sup>2</sup>.

К осени 2006 года на площадке строительства коллективом ЗАО «Гилан» погружены приблизительно 600 м лицевой стенки из трубошпунта, анкерные и удерживающие сваи, смонтировано анкерное оборудование, а также выполнена насыпь до незатопляемых отметок. Специалистами ОАО «Сибречпроект» ведется авторский надзор за ходом строительства.

Проектными решениями предполагается, что берегоукрепительные мероприятия в рамках второго этапа должны начаться незамедлительно после завершения первого этапа работ. Как в процессе строительства берегоукрепления, так и по его завершении, силами специализированной организации предстоит осуществление мониторинга за техническими параметрами сооружения и деформациями примыкающих незакрепленных участков. В случае необходимости должны быть срочно проработаны и осуществлены соответствующие корректирующие мероприятия.

Таким образом, в процессе проектирования, при рассмотрении проекта многочисленными экспертными и утверждающими инстанциями, а также непосредственно в ходе строительства ставились и решались интереснейшие инженерно-технические задачи. Поэтому нет сомнения в том, что Тобольское берегоукрепление войдет в число оригинальных и успешно осуществленных проектов инженерной защиты.