

УДК 627.824.2

EDN [CTLCUW](#)



Конструктивные особенности поперечного профиля при реконструкции грунтовой плотины в районе развития склоновых процессов

А.А. Ткачев*, В.И. Меньшиков, В.О. Антонов, А.В. Сафронов

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова
ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», г. Новочеркасск, Россия

*E-mail: gts_i_sm.nimi@mail.ru

Аннотация. В работе выполнен анализ геологических, гидрологических, климатических условий грунтовой плотины в составе гидроузла на р. Татарка в ст. Новомарьевская Шпаковского района Ставропольского края. Сейсмичность площадки строительства (по г. Ставрополь) по карте А, ОСР-2015 принята 7 баллов. По результатам натурных обследований установлено, что в настоящее время крепление мокрого откоса в результате воздействия волновых и ледовых нагрузок, а также в связи с отсутствием деформационных швов и соединения между собой арматурных выпусков сборных железобетонных плит, разрушено. Участок исследований располагается в районе развития склоновых процессов. В связи с этим был выполнен расчет устойчивости откоса тремя методами расчета: по методу круглоцилиндрических поверхностей (Терцаги-Шахунянца); по методу Маслова-Берера; по методу Соловьева - Фр (Героеванова). По расчетному профилю в наиболее опасном сечении с учетом сейсмических воздействий коэффициент запаса устойчивости откоса превышает нормативный, откос устойчив. Рассмотрены конструктивные решения по реконструкции грунтовой плотины. Выполнения каждого этапа работ позволяет пропустить паводок без разрушения конструкций строящихся берегозащитных сооружений. Для обеспечения требований безопасности при производстве работ необходимо соблюдать последовательность выполнения работ, начинать новый этап работ только после полного выполнения предыдущего этапа.

Ключевые слова: грунтовая плотина, реконструкция, устойчивость откоса, крепление откоса, гребень плотины.

Design features of the transverse profile during the reconstruction of an earth dam in the area of development of slope processes

A.A. Tkachev*, V.I. Menshikov, V.O. Antonov, A.V. Safronov

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute, A.K. Kortunova
Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russia

*E-mail: gts_i_sm.nimi@mail.ru

Abstract. The paper analyzes the geological, hydrological, climatic conditions of an earth dam as part of a hydroelectric complex on the river. Tatarka in Art. Novomaryevskaya Shpakovsky district of the Stavropol Territory. The seismicity of the construction site (in Stavropol) according to map A, OSR-2015, 7 points were accepted. Based on the results of field surveys, it was found that at present, the wet slope fastening is destroyed as a result of the impact of wave and ice loads, as well as due to the absence of expansion joints and interconnection of reinforcing outlets of precast concrete slabs. The research area is located in the area of development of slope processes. In this regard, the slope stability was calculated using three calculation methods: by the method of round cylindrical surfaces (Terzagi-Shakhunyanants); according to the Maslov-Behrer method; according to the Solovyov method - Fp (Geroevanova). According to the design profile in the most dangerous section, taking into account seismic effects, the slope stability factor exceeds the standard, the slope is stable. The design solutions for the reconstruction of the earth dam are considered. The implementation of each stage of work allows you to skip the flood without destroying the structures of the bank protection structures under construction. To ensure safety requirements in the course of work, it is necessary to follow the sequence of work, to start a new stage of work only after the previous stage has been completed.

Keywords: earth dam, reconstruction, slope stability, slope support, dam crest.

1. Введение

Объект исследований находится в ст. Новомарьевская на р. Татарка. Новомарьевскую, в направлении с востока на запад как бы окружают несколько невысоких гряд Черная дыра, Двойчатка, Волчьи ворота, Песочница. Сама станица вытянулась между ними на несколько километров, тесно обступила речку Медведку и только в нескольких местах разделена на части грядами пониже, имеющими все ту же, довольно определённую направленность — с востока на запад. Это Курган, Алимкина гора.

Самые древние палеозойские породы, слагающие складчатый фундамент Ставропольской возвышенности на территории которой располагается станица, представлены глубоководными глинистыми отложениями, характерными для дна океана и свидетельствуют, что на этой территории в далеком прошлом был океан, названный учеными Тетисом [1].

2. Постановка задачи (Цель исследования)

В геоморфологическом отношении площадка приурочена к долине реки Татарка. Поверхность площадки имеет уклон в северо-западном направлении с абсолютными отметками 292,0 - 315,30.

Гидрогеологические условия площадки характеризуются наличием одного постоянного водоносного горизонта, вскрытого и установившегося на глубине 1,7 - 11,8 м (абс. отм. 292,42 - 303,60 м) от поверхности земли. Водовмещающие породы - глины тяжелые, ИГЭ-2, ИГЭ-3.

Питание постоянного водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков с поверхности и перетоков из водоема [2-3].

Грунтовые воды ненапорные. Сезонные колебания УГВ прогнозируются в пределах $\pm 1,0$ м от уровня, установившегося при изысканиях.

В сложившихся инженерно-геологических условиях возможно формирование водоносного горизонта типа "верховодка". Коэффициент фильтрации глины, ИГЭ-2 - 0,001 м/сут [4].

Сейсмичность площадки строительства (по г. Ставрополь) по карте А, ОСР-2015, применяемой при проектировании объектов массового строительства 7 баллов. По карте В (ОСР-97) применяемой при проектировании объектов повышенной ответственности 7

баллов. По карте С (особо ответственные объекты) - 8 баллов. Грунты площадки строительства относятся ко II категории по сейсмическим свойствам (таблица 1, СП 14.13330.24).

3. Методы и материалы исследования

Земляная плотина о представляет собой дамбу из грунтового материала общей длиной 257 метров, высотой до 5 метров. Заложение мокрого откоса 1:3, сухого от 1:2,5 до 1:3. Ширина дамбы по верху 5 метров (рисунок 1).

Крепление мокрого откоса выполнено из сборных железобетонных плит размером 3х2х0,1 метров, опертых на упорный зуб, выполненный из каменного наброса, без устройства деформационных швов. Длина крепления мокрого откоса составляет от 10 до 15 метров. Омоноличивание стыков сборных железобетонных плит выполнено цементным раствором. Какого-либо соединения выпусков арматуры сборных железобетонных плит облицовки откоса между собой нет.

Крепление сухого откоса выполнено засевом многолетних трав. Выклинивания фильтрационных вод по всей длине сухого откоса нет.

Основанием тела плотины по сведениям инженерно-геологических изысканий служит глина тяжелая твердая с включениями гипса кристаллическая ИГЭ 1.

В настоящее время крепление мокрого откоса в результате воздействия волновых и ледовых нагрузок, а также в связи с отсутствием деформационных швов и соединения между собой арматурных выпусков сборных железобетонных плит, разрушено частично или полостью по всей длине земляной плотины. Со стороны верхнего бьефа имеются размывы и просадки тела плотины. Сооружение находится в аварийном состоянии.

Участок исследований располагается в районе развития склоновых процессов. В связи с этим был выполнен расчет устойчивости откоса. Предельно допустимый угол откоса для расчета коэффициента устойчивости природного склона определялся по построенным профилям 2 и 3 с инженерно-геологическими условиями [5].

Для определения устойчивости склона были выполнены расчеты по принципу формирования призмы оползня, тремя методами расчета (в соответствии с п. 4.2.11, СП 11-105-97 (ч.II)): по методу круглоцилиндрических поверхностей (Терцаги-Шахунянца); по методу Маслова-Берера; по методу Соловьева - Фр (Героеванова).

4. Полученные результаты

Расчеты производились по двум схемам расчет устойчивости склона без учета сейсмичности площадки и расчет устойчивости склона с учетом сейсмичности площадки.

По расчетному профилю в наиболее опасном сечении (рисунок 1) с учетом сейсмических воздействий (7 баллов) грунтовый массив устойчив: по методу круглоцилиндрических поверхностей скольжения - $K_{уст}=3,05$, по методу Н.Н.Маслова-Берера $K_{уст}=2,74$, по методу Ю.И. Соловьева $K_{уст}=3,04$ [6-7].

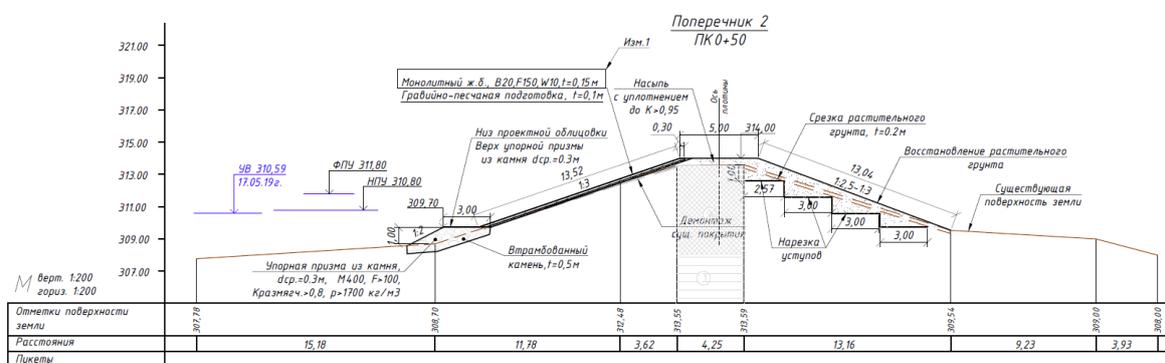


Рисунок 1. Поперечное профиль грунтовой плотины в наиболее опасном сечении.

При проведении реконструкции объекта капитального строительства необходимо предусмотреть восстановление геометрических параметров плотины до расчетных размеров путем отсыпки с последующим уплотнением грунтового материала. Насыпь плотины отсыпается из карьерного грунта послойно с уплотнением до $K_{упл} > 0,95$. Карьерный грунт должен иметь коэффициент фильтрации не более $K_f = 0,001$ м/сут.

Восстановление упорной призмы выполняется путем отсыпки каменного материала, $d_{ср} = 0.3$ м, M400, F100, $K_{размягч.} > 0,8$, $\rho > 1700$ кг/м³.

Восстановление облицовки мокрого откоса предусматривается монолитным железобетоном В20, F150, W10, на сульфатостойком цементе толщиной 15 см, армированным сеткой Ø 10x10 А1П, по гравийно-песчаной подготовке толщиной 10 см, с устройством деформационных швов через 15 метров по длине плотины. Конструкция деформационного шва состоит из гидроизоляционной шпонки АКВАСТОП ДВ-220/25 и доски толщиной 2,5 см пропитанной битумом [8].

Работы по устройству облицовки откоса плотины и отсыпки упорной призмы ведутся после опорожнения водоема до отметки 308.4. Проектной документацией в связи со стесненными условиями производства работ и учитывая кратко-временный характер прохождения паводков различной обеспеченности, возможность строительства сооружений в меженный период, а также учитывая экономическую составляющую (п.4.5 СП 58.13330.2012) и опыт строительства аналогичных сооружений предусмотрено строительство облицовки откоса плотины и отсыпка упорной призмы в межень с берега без устройства временных осаждающих сооружений. При этом предусматривается технология производства работ, которая снижает риски возникновения ущерба при прохождении паводков до минимума.

Выполнения каждого этапа работ или его части позволяет пропустить паводок без разрушения конструкций строящихся берегозащитных сооружений.

При производстве работ необходимо строго соблюдать последовательность выполнения работ, начинать новый этап работ только после полного выполнения предыдущего этапа. Омоноличивание откосов между смежными деформационными швами требуется выполнять в течении одной рабочей смены. При производстве работ исключить складирование материалов и стоянку машин и механизмов в зоне возможного затопления. При повышении уровней воды, препятствующих выполнению строительно-монтажные работы, прекращаются, техника и рабочий персонал выводятся из зоны возможного затопления.

5. Выводы

В работе выполнен геотехнический расчет с целью обоснования устойчивости низового откоса по трем методам, что позволило выбрать обоснованный способ крепления верхового откоса. При расчете учитывались все нагрузки и воздействия, в том числе от движения фильтрационного потока. Соблюдение нормативных требований к строительству и эксплуатации, в том числе научное сопровождение и мониторинг исследуемого объекта позволит обеспечить надежную и длительную эксплуатацию грунтовой плотины после проведения реконструкции.

Список литературы

1. Иваненко Ю.Г. Специальные задачи гидравлики рек и каналов / Ю.Г. Иваненко, А.М. Бакштанин, А.А. Ткачев, Д.Ю. Иваненко. – Москва, 2020. – 220 с.

2. Ткачев А.А. Актуальные вопросы практических исследований гидротехнических сооружений / А.А. Ткачев, В.А. Белов, А.М. Анохин, Н.А. Шелестова, И.А. Арчаков, А.И. Дроздов, С.Ю. Балковой, А.А. Гунин, Д.С. Ломинога, Е.Г. Гилетин, Е.Г. Паклинов, А.М. Сапунов, Д.В. Титаренко, Е.А. Павлов, А.М. Узун, В.А. Стрелок, С.В. Хлебников, А.А. Сазонов, Н.И. Щепилов, В.С. Костюков и др. – Новочеркасск, 2023. – 190 с.
3. Ткачев А.А. Исследование берегоукрепительных сооружений на р. Куме в Ставропольском крае / А.А. Ткачев, М.А. Слинько // Мелиорация и гидротехника. – 2022. – Т. 12. – № 1. – С. 213-227.
4. Ткачев А.А. Управление водораспределением в каналах с локальным регулированием уровней воды по верхнему бьефу перегораживающих сооружений / А.А. Ткачев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2008. – № 5. – С. 37-40.
5. Ткачев А.А. Обоснование использования различных конструкций при проведении берегоукрепительных работ // А.А. Ткачев, Е.В. Карельская / В сборнике: Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата. Материалы Международной научно-практической интернет-конференции. – 2020. – С. 126-132.
6. Ткачев А.А. Берегоукрепительные конструкции в гидротехническом строительстве / А.А. Ткачев, В.В. Зарубин // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2019. – Т. 11. – № 4-2. – С. 58-64.
7. Ткачев А.А. Применение берегозащитных конструкций в водохранилищных гидроузлах / А.А. Ткачев, В.В. Сазонов // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 421-426.
8. Ткачев А.А. Анализ применения берегоукрепительных конструкций / А.А. Ткачев, В.В. Клименко, А.В. Родионенко / В сборнике: Мелиорация и водное хозяйство. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Шумаковские чтения) с международным участием, посвященной 130-летию со дня рождения академика Б. А. Шумакова, в 2-х частях. – 2019. – С. 221-225.