

Захаров Антон Михайлович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела «Агротехнологии в растениеводстве», институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (Российская Федерация, 196634, г. Санкт-Петербург, п. Тярлево, Филътровское шоссе, д. 3), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3501-0543>, e-mail: bauermw@mail.ru

Перекопский Александр Николаевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела «Агротехнологии в растениеводстве», институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) – филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (Российская Федерация, 196634, г. Санкт-Петербург, п. Тярлево, Филътровское шоссе, д. 3), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0998-2306>, e-mail: aperekopskii@mail.ru

Author's Information

Smelik Viktor Aleksandrovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Technical Systems in Agribusiness, "St. Petersburg State Agrarian University" (Russian Federation, 196601, St. Petersburg, Pushkin, Peterburgskoe sh., 2A), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5004-9457>, e-mail: smelik_va@mail.ru

Fomin Sergey Denisovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Mechanics, Head of the Center for Scientometric Analysis and International Indexing Systems, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7910-9284>, e-mail: fsd_58@mail.ru

Zakharov Anton Mikhailovich, Candidate of Engineering Sciences, Leading Researcher of the Department "Agrotechnologies in Crop Production", Federal Scientific Agroengineering Center VIM – branch in Saint Petersburg (Russian Federation, 196634, St. Petersburg, p. Tyarlevo, Filtrovskoye sh., 3), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3501-0543>, e-mail: bauermw@mail.ru

Perekopskiy Aleksander Nikolaevich, Candidate of Engineering Sciences, Leading Researcher of the Department "Agrotechnologies in Crop Production", Federal Scientific Agroengineering Center VIM – branch in Saint Petersburg (Russian Federation, 196634, St. Petersburg, p. Tyarlevo, Filtrovskoye sh., 3), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0998-2306>, e-mail: aperekopskii@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-45

ANALYSIS OF NATURAL CONDITIONS AND THE CURRENT STATE OF THE PORTALS OF THE TUNNEL OF THE DON MAIN CANAL

A. A. Tkachev, N. A. Shelestova, S. Yu. Pazynych, K. I. Klyuchenko

*Novocherkassk Reclamation Engineering Institute named after A. K. Kortunov –
branch of the Don State Agrarian University
Novocherkassk, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: gts_i_sm.nimi@mail.ru

Received 05.07.2023

Submitted 30.09.2023

Summary

The article presents the results of the natural installation of complex threads of the tunnel of the Don main canal in the Rostov region. For the area under consideration, an analysis of the landscape, geomorphological, climatic conditions, factors, the most likely potential objects affecting the safety of the object was carried out. It is recommended to develop and implement observations on the management and maintenance of facilities, which can lead to self-established regular schedules for inspections, maintenance and repair work, as well as the establishment of a monitoring system for the condition of the three sensor strings to check for verification and application problems.

Abstract

Introduction. The paper analyzes the natural conditions and the results of field surveys of the construction of the northern portal of the tunnel at PK 306+60 and the construction of the southern portal of the tunnel at PK 367+40. It has been established that the supply of water to the Don main canal during the

irrigation period increases the level of groundwater in the survey area and causes processes that increase the secondary salinization of the adjacent territory. **Object.** The tunnel is located on the section from PK 306 + 60 to PK 367 + 40 of the Don main canal on the watershed of the Don and Sala rivers, consists of three lines and is designed to pass the main canal flow into its tunnel part. The inner diameter of each thread of the tunnel is 5.2m. At the entrance to the tunnel is the North portal, at the exit – the South. **Materials and methods.** The conditions for the location of the research site are considered. The analysis of geomorphological conditions is carried out, the factors determining the climate of the region are considered. The geological conditions that affect the behavior of groundwater in the survey area during filtration of water from an irrigation source are described in detail. Dangerous exogenous processes are indicated, the most probable are wind, rain, ice, which can reach dangerous values. **Results and conclusions.** As a result of the analysis of the survey, the categories of the technical condition of hydraulic structures and the level of their safety were specified. In the process of long-term operation, the reinforced concrete surfaces of the structure and metal structures have undergone significant wear and corrosion, some of the lifting equipment is missing, physically and morally obsolete, and their further operation can lead to an emergency. The inoperability of expansion joints was revealed. These defects make it possible to assess the condition of the structures as limited operable.

Key words: *Don main canal, reconstruction of hydraulic structures, hydraulic tunnels, tunnel portals, groundwater level.*

Citation. Tkachev A. A., Shelestova N. A., Pazynich S. Yu., Klochenko K. I. Analysis of natural conditions and the current state of the portals of the tunnel of the Don main canal. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 4(72). 449-460 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-45.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 627.8.064.3

АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОРТАЛОВ ТОННЕЛЯ ДОНСКОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА

А. А. Ткачев, доктор технических наук

Н. А. Шелестова, кандидат технических наук

С. Ю. Пазынич, магистр

К. И. Ключенко, аспирант

*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова –
филиал Донского государственного аграрного университета
г. Новочеркасск, Российская Федерация*

Актуальность. В работе выполнен анализ природных условий и результатов натурных обследований сооружения северного портала тоннеля на ПК 306+60 и сооружения южного портала тоннеля на ПК 367+40. Установлено, что подача воды в Донской магистральный канал в оросительный период повышает уровень грунтовых вод в районе обследований и вызывает процессы, которые усиливают вторичное засоление прилегающей территории. Состояние сооружений оценивается как ограничено работоспособное и требующее ремонта. **Объект.** Тоннель расположен на участке от ПК 306+60 до ПК 367+40 Донского магистрального канала на водоразделе рек Дона и Сала, состоит из трех ниток и предназначен для пропуска расходов магистрального канала в его затоннельную часть. Внутренний диаметр каждой нитки тоннеля – 5.2м. При входе в тоннель расположен Северный портал, при выходе – Южный. Общая максимальная пропускная способность 165м³/с. **Материалы и методы.** Рассматриваются условия расположения площадки исследования. Выполнен анализ геоморфологических условий, рассмотрены факторы, определяющие климат района. Подробно описаны геологические условия, влияющие на поведение грунтовых вод в районе изысканий при фильтрации воды из источника орошения. Указывается на опасные экзогенные процессы, наиболее вероятными являются ве-

тер, дождь, гололед, которые могут достигать опасных значений. **Результаты и выводы.** В результате анализа проведенного обследования были уточнены категории технического состояния гидротехнических сооружений и уровень их безопасности. В процессе длительной эксплуатации железобетонные поверхности сооружения и металлические конструкции подверглись значительному износу и коррозии, часть грузоподъемного оборудования отсутствует, оборудование физически и морально устарело и его дальнейшая эксплуатация может привести к аварийной ситуации. Выявлена неработоспособность деформационных швов. Указанные дефекты позволяют оценить состояние сооружений как ограниченно работоспособное.

Ключевые слова: *Донской магистральный канал, реконструкция гидротехнических сооружений, гидротехнические тоннели, порталы тоннеля, уровень грунтовых вод.*

Цитирование. Ткачев А. А., Шелестова Н. А., Пазынич С. Ю., Ключенко К. И. Анализ природных условий и современное состояние порталов тоннеля Донского магистрального канала. *Известия НВ АУК*. 2023. 4(72). 449-460. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-45.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Донской магистральный канал (ДМК) предназначен для орошения и обводнения донской водой засушливых районов Ростовской области. Общая площадь орошения из ДМК составляет порядка 229,6 га, площадь обводнения – 300 тыс. га [1, 2].

ДМК начинается от Цимлянского водохранилища у левобережной части Цимлянской плотины (ПК 0) и проходит по междуречью Дон – Маныч на территории трех административных районов: Волгодонского, Мартыновского и Семикаракорского, заканчивается устьем на ПК 1122 в верховьях балки Садковской Веселовского водохранилища, имея общую длину 112,2 км. На ДМК возведены гидротехнические сооружения (ГТС) для регулирования расходов и горизонтов воды в канале [3].

Тоннель расположен на участке от ПК 306+60 до ПК 367+40 Донского магистрального канала на водоразделе рек Дона и Сала, состоит из трех ниток и предназначен для пропуска расходов магистрального канала в его затоннельную часть. Внутренний диаметр каждой нитки тоннеля – 5.2м. При входе в тоннель расположен Северный портал, при выходе – Южный. Общая максимальная пропускная способность $165\text{ м}^3/\text{с}$.

В рамках данной очереди реконструкции ремонт тоннеля не предусматривается, т.к. по результатам обследования технического состояния тоннелей категория работоспособности согласно СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» оценена как работоспособное. В соответствии с ППРФ № 986 сооружения относятся к II классу – гидротехнические сооружения высокой опасности. В соответствии со ст. 48.1 ГКРФ гидротехнические сооружения первого и второго классов относятся к особо опасным, технически сложным и уникальным объектам. В соответствии с федеральным законом от 30.12.2009 № 384-ФЗ уровень ответственности реконструируемых ГТС повышенный [4].

Порталы предназначены для плавного сопряжения тоннеля с предтоннельными ковшами магистрального канала, размещения на них затворов и подъемных механизмов, необходимых для регулирования поступления воды в тоннель и горизонтов воды на предтоннельном участке магистрального канала, а также для возможного отключения тоннеля на случай его ремонта.

Северный и Южный порталы расположены в глубокой выемке ($h = \text{до } 30\text{ м}$), оформленной в виде ковшей.

В конструктивном отношении оба портала однотипны – оголовки, выполненные из монолитного железобетона, неразрезной конструкции докового типа. Для размещения подъемных механизмов и удобства их эксплуатации на портале (Северном) располагаются здания управления затворами (три). Здания производственного типа одноэтажные с 2-х скатным покрытием на двух нитках и односкатным плоским на третьей нитке тоннеля. Здания не отапливаются, не обеспечиваются водой и не канализуются [5].

В Северном портале располагаются рабочие и аварийно-ремонтные затворы, в Южном – их нет. На всех трех нитках затворы одинаковые.

Затворы обслуживаются специальными электрическими мостовыми кранами г.п. 2х15 т.с. Краны изготовлены на базе серийного мостового крана г.п. 20.5 т.с. пролетом 10,5 м., на мосту которого установлен специальный механизм подъема г.п. 2х15 т.с.

Материалы и методы. Северный портал гидротехнического тоннеля расположен к западу от п. Красноармейский. Тоннель проходит под Сальско-Донским водоразделом. В геоморфологическом отношении исследуемая площадка также относится к Сальско-Донскому водозабору. Рельеф площадки относительно ровный, спланированный, абсолютные отметки поверхности изменяются от 34,00 до 34,39 м.

В геоморфологическом отношении площадка Южного портала относится к водоразделу рек Дон и Сал. Территории указанных районов Ростовской области представляет собой пологую местность с отметками высот от 10 м (долина р. Дон) до 110 м (Ергенинская возвышенность). Большая часть Волгодонского района расположена в Долине Нижнего Дона с абсолютными высотами менее 100 м. Главной водной артерией является р. Дон, представленная в границах районов нижним течением. Наиболее крупными орографическими элементами территории являются Ергенинская возвышенность, Долина Нижнего Дона.

Рельеф Мартыновского района однороден и представляет собой волнистую равнину, которая на юге несколько приподнимается холмистой Сальско-Манычской грядой. Район лежит в зоне южной степи, которая в особенно сухие сезоны напоминает полупустыню.

Изучаемый участок имеет протяженность 3,92 км и расположен между местом пересечения Донского магистрального канала с р. Сал (участок расположения Дюкера) с юга и Южным порталом тоннеля – с севера.

Рельеф участка работ относительно ровный, спланированный, осложнен насыпями и дамбами: абсолютные отметки поверхности изменяются на площадке южного портала тоннеля от 30,62 до 31,00 м (по устьям скважин). Абсолютные отметки дна канала в районе южного портала составляют 23,10 м.

Климат в районе изысканий формируется под влиянием крупных циркуляционных процессов и местных факторов. Черты сухости и континентальности климата, характерные для южной части России, проявляются на рассматриваемой территории наиболее ярко. Атмосферная циркуляция находится под непосредственным влиянием системы Большого Кавказа. Наветренные по отношению к восточным ветрам предгорные наклонные равнины отличаются в холодный период повышенной пасмурностью, большой повторяемостью туманов, гололедов, изморози. Летом влияние прилегающей пустыни сказывается в резком перегреве приземных слоев воздуха.

Климат носит континентальный характер с умеренно жарким летом и с умеренно холодной зимой. Характер климата проявляется также и в резких колебаниях температур и низкой относительной влажности воздуха. На территории района температура воздуха определяется особенностями сезонной циркуляции атмосферы, рельефа и радиационного режима. Зима умеренно-мягкая. Продолжительность зимы составляет 98

дней. Минимальная средняя температура в районе отмечается в январе и достигает -5°C . Максимальная изменчивость температуры воздуха обусловлена более частыми сменами воздушных масс. Теплый сезон отличается не только монотонным распределением температуры воздуха, но и более стабильным ее режимом по сравнению с холодным сезоном. Лето умеренно жаркое. К июлю температура постепенно увеличивается, максимальная средняя температура равна 23.8°C . Весной переход температуры воздуха через 0°C фиксируется во второй декаде марта (12 марта), осенью переход через 0°C наблюдается в конце ноября (29 ноября). Период с устойчивыми морозами начинается во второй декаде декабря и прекращается к середине февраля.

При сумме температур выше $\sim 10^{\circ}\text{C}$ можно выделить в районе изысканий умеренно-жаркое лето.

Данная территория относится к средне заснеженным территориям, зима здесь умеренно мягкая: средняя температура января -5°C . средний из абсолютных минимумов температуры воздуха за зиму составляет $(-)20^{\circ} - (-)25^{\circ}\text{C}$. Большое значение для нужд сельского хозяйства представляет расчет воды в снежном покрове, ее количество составляет 32 см.

Сумма осадков за теплый период составляет 270–300 мм. Атмосферная циркуляция находится под непосредственным влиянием системы Большого Кавказа. Наветренные по отношению к восточным ветрам предгорные наклонные равнины отличаются в холодный период повышенной пасмурностью, большой повторяемостью туманов, гололедов, изморози. Летом влияние прилегающей пустыни сказывается в резком перегреве приземных слоев воздуха.

Анализ климатообразующих факторов и данных среднесезонных наблюдений за метеоэлементами позволяет охарактеризовать климат исследуемого района как умеренно континентальный [6].

Среднегодовое количество осадков в районе – 391 мм, максимальное количество выпадает в июне – 43 мм, минимальное – в сентябре – 23 мм.

Преобладающее направление ветра зимой – восточное и западное, летом господствуют северо-восточные ветры.

Для данных районов характерны широтный перенос воздушных масс Атлантического океана, меридиональные северный и южный переносы, а также процессы выхолаживания или прогревания над подстилающей поверхностью.

В зависимости от происхождения воздушной массы над территорией области устанавливается определенный тип синоптического процесса, который определяет погодные условия. Для исследуемой территории характерно преобладание антициклонов (64.1%), с которыми связана преимущественно ясная, солнечная погода и реже (в зимний период) – пасмурная с морозящими осадками, туманами, гололедом и низкой облачностью.

Повторяемость циклонов в среднем составляет 131 день, или 35.9 %. Наиболее часты они в январе, июне и июле – до 13-14 дней в месяц. В теплый период циклоны сопровождаются ливнями и грозами, а в холодное время формируется обширная зона обложных осадков. Более резкие изменения погоды связаны с выходами южных циклонов. Зимой они сопровождаются интенсивными потеплениями, значительными осадками, метелями, нередко гололедом. Летом с ними связаны ливни и грозы, а в переходные сезоны – обильные обложные дожди.

В геологическом строении изучаемой территории принимают участие осадочные образования кайнозоя, неогеновая и палеогеновая системы (олигоцен), представленные глинами, ракушечниками, песками и слагающие водораздел и склоны между Доном и Салом, древние четвертичные отложения (пески, глины, ракушечники) и современные отложения (пески, глины) [5].

Отложения неогена представлены нижним и верхним отделами. Миоцен – нижний неоген выражен верхним Майкопом, тортонским ярусом. Верхнемайкопские отложения представлены бурыми глинами с незначительными прослоями песков и песчаников. К тортонскому ярусу в пределах описываемой территории относятся осадки караганского горизонта. Караганские отложения распространены широко. В левобережной части к югу от р. Дон они вскрываются скважинами на глубинах, возрастающих в южном и юго-западном направлениях от 50-80 до 450 и более м. Литологические осадки карагана представлены в основном серыми глинами с прослоями песков, мергелей и алевролитов. Мощность караганских отложений достигает 70 м.

Аллювиальные отложения слагают надпойменные террасы и пойму в долинах рек. На левобережье Дона в разрезах террас отмечается преобладание песков. Верхняя часть представляет собой обычно песчано-глинистую толщу мощностью 20-30 м, нижняя сложена песками мощностью до 60 м. Надпойменные террасы мелких рек сложены песчано-глинистыми образованиями с включениями гальки общей мощностью до 30-40 м. Пойменная терраса балок сложена суглинками и супесями мощностью 2-5 м.

Делювиальные отложения представлены эолово-делювиальными и элювиально-делювиальными накоплениями.

Эолово-делювиальные (покровные) отложения почти повсеместно распространены. Они перекрывают отложения водоразделов, их склонов и надпойменных террас. Покровные отложения представлены лессовидными, макропористыми суглинками, обладающими просадочными свойствами и содержащими горизонты ископаемых почв.

На водоразделах суглинки неслоистые, в верхней части разреза легкие, ниже по разрезу они становятся более уплотненными. Мощность водораздельных суглинков достигает 40-60 м.

Делювиальные суглинки склонов и террас обладают слоистостью, более грубым сложением и меньшей однородностью (есть прослои и линзы супесчаного материала), чем суглинки водоразделов. Мощность делювиальных суглинков склонов и террас 30-40 м.

По сейсмической опасности территория районов классифицируется как сейсмически неопасная. В пределах исследуемой территории развиты ветровая эрозия, просадочные и оползневые процессы. Тип грунтовых условий по просадочности – первый и второй. Просадку дают макропористые суглинки.

Расчетная сейсмическая интенсивность в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности, определенная по картам ОСР-2015, составляет: А (10%) – 5 баллов. В (5%) – 5 баллов. С (1%) – 6 баллов.

На участке северного и южного портала к опасным инженерно-геологическим процессам относится подтопление исследуемой территории [7].

С учетом глубины заложения существующих зданий и сооружений исследуемая площадка относится к постоянно подтопленным в техногенно-измененных условиях. Участок по времени развития процесса 1-Б-2 – регулярно подтапливаемые в результате систематических техногенных воздействий (периодическая подача воды в оросительные системы) в оросительный период. Подача оросительной воды в канал в оросительный период вызывает процессы, которые усиливают вторичное засоление прилегающей территории [5, 7].

Подтопление обусловлено влиянием комплекса природных и техногенных факторов и развивается вследствие подъема уровня первого от поверхности безнапорного водоносного горизонта, который испытывает существенные сезонные и многолетние колебания: наблюдается преимущественно естественно-техногенный тип режима подземных вод [8].

Из опасных экзогенных процессов на изучаемом участке следует выделить интенсивный подмыв берегов, подтопляемость территории, прилегающей к каналу.

Заболоченность участков, прилегающих к каналу, вызвана геоморфологическим расположением сооружения (район низменный, относится к павням Терека), а также близким залеганием грунтовых вод к поверхности, во многом обусловленным работой канала.

При проведении рекогносцировочного обследования участка проявлений карстовых процессов на дневной поверхности не обнаружено. При бурении скважин провалы инструмента не отмечались, ослабленные зоны и карстовые полости не вскрывались. Участок изысканий относится к неопасным в карстово-суффозионном отношении [9].

Опасных критериев на данной территории могут достигать следующие процессы:

1. Ветер. Расчетная максимальная скорость ветра повторяемостью 1 раз в 25 лет составляет 32 м/с.

2. Дождь (интенсивность осадков). Вероятно выпадение осадков более 100 мм за 2 суток и менее. Переход других критериев интенсивности осадков маловероятен. Наблюденный суточный максимум осадков составил: 72 мм ((Большая Мартыновка. 03.09.1993 г.). 100 мм (Ростов-на-Дону, 20.06.1929 г.)). Расчетный суточный максимум осадков 1%-ной обеспеченности для рассматриваемого района $H_{1\%} = 100$ мм.

3. Гололед. Максимальная величина отложения на проводах (большой диаметр, мм. с учетом диаметра гололедного станка) составила: 62 мм (кристаллическая изморозь). Расчетная толщина стенки гололеда повторяемостью 1 раз в 25 лет составляет 20 мм.

Вероятность развития остальных вышеуказанных процессов и явлений в районе изысканий крайне мала. Район изысканий не относится к селевому. Смерчи не отмечались. Для возникновения снежных лавин также нет условий. Затопление участку работ не угрожает.

Результаты и обсуждение. В результате анализа пространственной изменчивости свойств грунтов, с учетом данных о геологическом строении площади и литологических особенностей пород, а также водно-физических и механических параметров слоев в изученном разрезе выделены 6 инженерно-геологических элементов (в работе не приводятся).

Оценка агрессивных свойств воды из канала выполнена по худшим показателям химического состава. Вода из канала неагрессивна по всем показателям для всех марок бетона и железобетона [10].

В результате анализа проведенного обследования были уточнены категории технического состояния гидротехнических сооружений и уровень их безопасности [11]. Выявлены значительные дефекты и разрушения, требующие реконструкции (рисунки 1 и 2), в том числе:

- износ железобетонных поверхностей конструкции оголовков северного и южного порталов.
- отслоение защитного слоя бетона и оголение арматуры.
- следы коррозии арматуры с ржавыми потеками.
- ныряющие стенки и дно со следами абразивного износа наносами,
- нарушение работоспособность деформационных швов.
- дно оголовков обоих порталов частично занесено мусором, грунтом наилка, каменной наброской.



Figure 1 – Inlet head of the tunnel



Figure 2 – Outlet head of the tunnel

На рисунке 3 на схеме показано текущее состояние железобетонных элементов правой стены южного портала № 1.



Figure 3 – The current state of the southern portal (left wall)

В Северном портале располагаются рабочие и аварийно-ремонтные затворы, на всех трех нитках затворы одинаковые. В Южном портале затворы не предусмотрены.

В результате обследования металлических конструкций Северного портала выявлены значительные дефекты и разрушения, требующие его реконструкции [7, 8]:

- аварийно-ремонтные и рабочие затворы находятся в аварийном состоянии, донные и боковые уплотнения частично отсутствуют, ходовые (опорные) колеса отсутствуют, металлоконструкции затворов в результате длительной эксплуатации подверглись глубокой коррозии;
- направляющие аварийно-ремонтных и рабочих затворов частично деформированы, подверглись глубокой коррозии, что приводит к неполному перекрытию пролетов;
- грузоподъемное оборудование: мостовые краны г.п.2х15тс, расположенные в помещениях управления затворами в нерабочем состоянии, морально и физически устарели и требуют замены.

Заключение. Анализ состояния трех ниток тоннеля Донского магистрального канала показал, что сооружение испытало значительный износ и коррозию как на железобетонных поверхностях, так и на металлических конструкциях. Это является серьезной проблемой, поскольку структурная целостность трех ниток тоннеля может быть нарушена, что может привести к аварийной ситуации.

Одной из основных причин такого состояния трех ниток тоннеля является длительная эксплуатация без должного технического обслуживания и регулярного ремонта. Отсутствие регулярного контроля и предупреждающих мер, таких как реставрация защитных покрытий и механизмов, привело к накоплению повреждений и деградации материалов.

Кроме того, часть грузоподъемного оборудования отсутствует и та, которая все еще используется, является физически и морально устаревшей. Это создает риск не только для работников, но и для самого сооружения. Устаревшее оборудование может не соответствовать современным стандартам безопасности, а его дальнейшая эксплуатация может привести к серьезным аварийным ситуациям.

Для предотвращения подобных проблем в будущем необходимо установить регулярное техническое обслуживание и контроль за состоянием трех ниток тоннеля. Это позволит своевременно выявлять и устранять повреждения, а также обновлять устаревшее оборудование. Также следует разработать стратегию проведения регулярных инспекций и ремонтов, чтобы поддерживать сооружение в безопасном надежном состоянии на протяжении всего срока его эксплуатации.

Одновременно с проведением работ по восстановлению трех ниток тоннеля необходимо разработать и внедрить стратегию по управлению и обслуживанию сооружения. Это может включать в себя установление регулярных графиков инспекций, технического обслуживания и ремонтных работ, а также создание системы мониторинга состояния трех ниток тоннеля для своевременного выявления и устранения потенциальных проблем [13, 14].

Важно также проводить обучение персонала, ответственного за эксплуатацию и обслуживание трех ниток тоннеля, по современным стандартам и методам работы. Это поможет повысить эффективность и безопасность эксплуатации сооружения, а также обеспечить соответствие международным нормам и требованиям.

В заключение, анализ состояния трех ниток тоннеля Донского магистрального канала подчеркивает необходимость немедленного восстановления и модернизации сооружения. Принятие соответствующих мер позволит обеспечить безопасность и надежность эксплуатации тоннеля, сохранить его структурную целостность и предотвратить возможные аварийные ситуации. Это требует согласованного усилия всех заинтересованных сторон и выделения достаточных ресурсов для проведения необходимых работ [12].

Conclusions. An analysis of the condition of the three lines of the tunnel of the Don main canal showed that the structure experienced significant wear and corrosion both on reinforced concrete surfaces and on metal structures. This is a serious problem because the structural integrity of the three lines of the tunnel can be broken, which can lead to an emergency.

One of the main reasons for this state of the three lines of the tunnel is long-term operation without proper maintenance and regular repairs. The lack of regular control and preventive measures, such as the restoration of protective coatings and mechanisms, has led to the accumulation of damage and degradation of materials.

In addition, part of the lifting equipment is missing and the one that is still in use is physically and morally obsolete. This creates a risk not only for workers, but also for the structure itself. Outdated equipment may not meet modern safety standards, and its continued operation may lead to serious accidents.

To prevent similar problems in the future, it is necessary to establish regular maintenance and monitoring of the condition of the three lines of the tunnel. This will allow timely detection and repair of damage, as well as updating outdated equipment. A strategy should also be developed to carry out regular inspections and repairs to keep the structure in a safe and reliable condition throughout its life.

Simultaneously with the work on the restoration of the three lines of the tunnel, it is necessary to develop and implement a strategy for the management and maintenance of the structure. This may include establishing regular schedules for inspections, maintenance and repairs, as well as establishing a system for monitoring the condition of the three tunnel lines to identify and eliminate potential problems in a timely manner [13, 14].

It is also important to train the personnel responsible for the operation and maintenance of the three lines of the tunnel in modern standards and working methods. This will help improve the efficiency and safety of the operation of the facility, as well as ensure compliance with international standards and requirements.

In conclusion, the analysis of the condition of the three lines of the Donskoy Main Canal Tunnel highlights the need for immediate restoration and modernization of the structure. The adoption of appropriate measures will ensure the safety and reliability of the operation of the tunnel, maintain its structural integrity and prevent possible emergencies. This requires a concerted effort by all stakeholders and the allocation of sufficient resources to carry out the necessary work [12].

Библиографический список

1. Щедрин В. Н., Сенчуков Г. А. Перспективы развития мелиорации и водного хозяйства в Российской Федерации. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2012. № 1 (5). С. 1-9.
2. Волосухин В. А., Бандурин М. А., Приходько И. А. Теоретическое обоснование снижения рисков эксплуатации гидротехнических сооружений и использование гибких дамб для инженерной защиты территории от подтопления. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4 (68). С. 407-418.
3. Кузьмичев А. А., Бреева А. В. Использование водных ресурсов Цимлянского водохранилища для целей орошения в условиях малой водообеспеченности. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2021. № 1 (81). С. 44-47.
4. Дубяго Д. С., Новиков А. Е., Мажайский Ю. А. Повышение качества бетонных работ при ремонте и восстановлении конструкций гидротехнических сооружений на мелиоративных системах. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4 (68). С. 561-568.
5. Слабунова А. В., Клишин И. В. Техническое состояние оросительных систем Ростовской области. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 3 (75). С. 24-29.
6. Косиченко Ю. М., Угроватова Е. Г. Гидравлические и эксплуатационные критерии функционирования крупных каналов перераспределения стока. Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2013. № 5 (174). С. 62-66.
7. Волосухин В. А., Бондаренко В. Л. Факторы, определяющие безопасность гидротехнических сооружений водохозяйственного назначения. Наука и безопасность. 2014. № 3(12). С. 7-8.
8. Косиченко Ю. М., Угроватова Е. Г. Пути решения водохозяйственных проблем в районах Нижнего Дона. Водоснабжение и санитарная техника. 2017. № 5. С. 4-10.
9. Ищенко А. В., Баев О. А. Оценка эффективности противифльтрационного экрана на Донском магистральном канале. Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7. № 4 (29). С. 67-72.

10. Ткачев А. А., Ольгаренко И. В. Современные проблемы в управлении водораспределением в магистральных каналах оросительных систем. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2021. Т. 11. № 2. С. 1-23.

11. Ткачев А. А., Белов В. А., Анохин А. М., Шелестова Н. А., Арчаков И. А., Дроздов А. И., Балковой С. Ю., Гунин А. А., Ломинога Д. С., Гилетин Е. Г., Паклинов Е. Г., Сапунов А. М., Титаренко Д. В., Павлов Е. А., Узунов А. М., Стрелок В. А., Хлебников С. В., Сазонов А. А., Щепилов Н. И., Костюков В. С. Актуальные вопросы практических исследований гидротехнических сооружений. Новочеркасск. 2023. 190 с.

12. Иванов П. В., Турянская Н. И. Стратегическое управление мелиоративной деятельностью региона (на примере Ростовской области). Мелиорация и водное хозяйство. 2017. № 5. С. 23-29.

13. Doulamis N. Autonomous Robotic Inspection in Tunnels. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2016.

14. Navarro T. V. F., Da Gama C. D., Sotomayor J. M. G. Post-Work Inspection for Overbreak in Tunnels: a Case Study Application to the Alqueva Hydroelectric Plant. Geomechanics and Geoengineering. 2018. V. 1. Pp. 80-89.

References

1. Shchedrin V. N., Senchukov G. A. Prospects for the development of land reclamation and water management in the Russian Federation. Scientific Journal of the Russian Research Institute of Reclamation Problems. 2012. № 1 (5). Pp. 1-9.

2. Volosukhin V. A., Bandurin M. A., Prikhodko I. A. Theoretical justification for reducing the risks of operating hydraulic structures and the use of flexible dams for engineering protection of the territory from flooding. Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agricultural University Complex: Science and Higher Professional Education. 2022. № 4 (68). Pp. 407-418.

3. Kuzmichev A. A., Breeva A. V. Use of water resources of the Tsimlyansk reservoir for irrigation purposes in low water supply conditions. Ways to increase the efficiency of irrigated agriculture. 2021. № 1 (81). Pp. 44-47.

4. Dubyago D. S., Novikov A. E., Mazhaisky Yu. A. Improving the quality of concrete work during the repair and restoration of structures of hydraulic structures on reclamation systems. Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agricultural University Complex: Science and Higher Professional Education. 2022. № 4 (68). Pp. 561-568.

5. Slabunova A. V., Klishin I. V. Technical condition of irrigation systems of the Rostov region. Ways to increase the efficiency of irrigated agriculture. 2019. № 3 (75). Pp. 24-29.

6. Kosichenko Yu. M., Ugrovatova E. G. Hydraulic and operational criteria for the functioning of large flow redistribution channels. News of higher educational institutions. North Caucasus region. Technical sciences. 2013. № 5 (174). Pp. 62-66.

7. Volosukhin V. A., Bondarenko V. L. Factors determining the safety of hydraulic structures for water management purposes. Science and security. 2014. № 3 (12). Pp. 7-8.

8. Kosichenko Yu. M., Ugrovatova E. G. Ways to solve water management problems in the areas of the Lower Don. Water supply and sanitary equipment. 2017. № 5. Pp. 4-10.

9. Ishchenko A. V., Baev O. A. Assessment of the effectiveness of the anti-filtration screen on the Don main channel. Urban planning and architecture. 2017. V. 7. № 4 (29). Pp. 67-72.

10. Tkachev A. A., Olgarenko I. V. Modern problems in managing water distribution in the main channels of irrigation systems. Scientific Journal of the Russian Research Institute of Reclamation Problems. 2021. V. 11. № 2. Pp. 1-23.

11. Tkachev A. A., Belov V. A., Anokhin A. M., Shelestova N. A., Archakov I. A., Drozdov A. I., Balkovoy S. Yu., Gunin A. A., Lominoga D.S., Giletin E.G., Paklinov E.G., Sapunov A.M., Titarenko D.V., Pavlov E.A., Uzunov A.M., Strelter V.A., Khlebnikov S.V., Sazonov A.A., Shchepilov N.I., Kostyukov V.S. Actual issues of practical research of hydraulic structures. Novocherkassk, 2023, 190 p.

12. Ivanov P. V., Turyanskaya N. I. Strategic management of reclamation activities of the region (on the example of the Rostov region). Reclamation and water management. 2017. № 5. Pp. 23-29.

13. Doulamis N. Autonomous Robotic Inspection in Tunnels. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2016.

14. Navarro T. V. F., Da Gama C. D., Sotomayor J. M. G. Post-Work Inspection for Overbreak in Tunnels: a Case Study Application to the Alqueva Hydroelectric Plant. Geomechanics and Geoengineering. 2018. V. 1. Pp. 80–89.

Информация об авторах

Ткачев Александр Александрович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Гидротехническое строительство», Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортюнова – филиал Донского государственного аграрного университета (Российская Федерация, 346428, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, д. 111), e-mail: prof_al@mail.ru

Шелестова Наталья Алексеевна, кандидат технических наук, профессор кафедры «Гидротехническое строительство», Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортюнова – филиал Донского государственного аграрного университета (Российская Федерация, 346428, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, д. 111), e-mail: na.shele@yandex.ru

Пазынич Сергей Юрьевич, магистр по направлению подготовки "Речные и подземные гидротехнические сооружения", Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортюнова – филиал Донского государственного аграрного университета (Российская Федерация, 346428, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, д. 111), e-mail: gts_i_sm.nimi@mail.ru

Ключенко Ксения Ивановна, аспирант по направлению подготовки "Техника и технологии строительства", Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортюнова – филиал Донского государственного аграрного университета (Российская Федерация, 346428, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, д. 111), e-mail: gts_i_sm.nimi@mail.ru

Author's Information

Tkachev Aleksander Aleksandrovich, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Hydraulic Engineering, Novochoerkassk Reclamation Engineering Institute named after A. K. Kortunov – branch of the Don State Agrarian University (Russian Federation, 346428, Novochoerkassk, Pushkinskaya St., 111), e-mail: prof_al@mail.ru

Shelestova Natalya Alekseevna, candidate of engineering sciences, Professor in the Department of Hydraulic Engineering, Novochoerkassk Reclamation Engineering Institute named after A. K. Kortunov – branch of the Don State Agrarian University (Russian Federation, 346428, Novochoerkassk, Pushkinskaya St., 111), e-mail: na.shele@yandex.ru

Pazynich Sergey Yuryevich, Master in training "River and Underground Hydraulic Structures", Novochoerkassk Reclamation Engineering Institute named after A. K. Kortunov – branch of the Don State Agrarian University (Russian Federation, 346428, Novochoerkassk, Pushkinskaya St., 111), e-mail: gts_i_sm.nimi@mail.ru

Klyuchenko Ksenia Ivanovna, graduate student in training "Construction Technology and Technology", Novochoerkassk Reclamation Engineering Institute named after A. K. Kortunov – branch of the Don State Agrarian University (Russian Federation, 346428, Novochoerkassk, Pushkinskaya St., 111), e-mail: gts_i_sm.nimi@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-46

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MELON CROP LASHES

M. N. Shaprov¹, I. S. Martynov¹, A. V. Sedov¹, V. E. Berdyshev², D.A. Nekhoroshev¹

¹*Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation*

²*Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow State Agricultural Academy
Moscow, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: m.shaprov@yandex.ru

Received 28.09.2023

Submitted 14.11.2023

Abstract

Introduction. Obtaining guaranteed high yields of melon crops is possible with full compliance with all technological operations of their cultivation. One of such operations is weed control [2, 11]. For this purpose, as weeds appear, crops are cultivated. But during the third and sometimes the second cul-