

**Анализ гидротехнических, гидрологических, климатических и экологических данных
для организации и производства работ по очистке водоёма**

Михаил Вячеславович Карпов, Андрей Анатольевич Жиздюк

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева»,
г. Москва, Россия, e-mail: carpov.michail@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы в гидрогеологической инженерии. Изложена методика по гидротехническим, гидрологическим, климатическим и экологическим условиям водного объекта. Приведен анализ данных для конкретного водоема по гидротехническим, гидрологическим, климатическим и экологическим показателям. Гидротехнические и гидрологические данные показали, что фактические глубины воды в водоёме, после его заиления, не позволяют водному объекту поддерживать процессы саморегуляции (самовосстановления), поэтому необходимо произвести очистку водоёма от продуктов заиления. В работе климатические условия характеризуются среднемесячными температурами окружающего воздуха. По экологическому состоянию водоёма сделан вывод, что с целью восстановления способности водного объекта к самовосстановлению (саморегуляции) и нормализации процессов водопользования для нужд рыбоводства и рыболовства, орошения, водоснабжения и рекреации необходимо периодически производить очистку водных объектов от продуктов заиления. Для обеспечения качества строительства объекта инженерное проектирование и строительство должны осуществляться на основе всестороннего и детального гидрогеологического, климатического и экологического исследования.

Ключевые слова: гидротехнические условия; гидрогеологические условия; климатические условия; экологическое состояние водного объекта.

Для цитирования: Карпов М. В., Жиздюк А. А. Анализ гидротехнических, гидрологических, климатических и экологических данных для организации и производства работ по очистке водоёма // Аграрный научный журнал. 2023. № 3. С. 121–130. [http: 10.28983/asj.y2023i3pp121-130](http://10.28983/asj.y2023i3pp121-130).

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

**Analysis of hydrotechnical, hydrological, climatic and environmental data
for the organization and production of water treatment works**

Mikhail V. Karpov, Andrey A. Zhizdyuk

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy (RSAU – MTAA named after K.A. Timiryazev), Moscow, Russia, e-mail: carpov.michail@yandex.ru

Abstract. The article deals with problems in hydrogeological engineering. The methodology for hydrotechnical, hydrological, climatic and ecological conditions of a water body is described. The analysis of data for a specific reservoir on hydrotechnical, hydrological, climatic and environmental indicators is given. Hydrotechnical and hydrological data have shown that the actual water depths in the reservoir, after its siltation, do not allow the water body to support the processes of self-regulation (self-healing), therefore it is necessary to clean the reservoir from the products of siltation. In the work, climatic conditions are characterized by average monthly ambient temperatures. According to the ecological state of the reservoir, it is concluded that in order to restore the ability of a water body to self-healing (self-regulation) and normalize water use processes for the needs of fish farming and fishing, irrigation, water supply and recreation, it is necessary to periodically clean water bodies from siltation products. To ensure the quality of the construction of the facility, engineering design and construction should be carried out on the basis of a comprehensive and detailed hydrogeological, climatic and environmental study.

Keywords: hydrotechnical conditions; hydrogeological conditions; climatic conditions; ecological condition of a water body.

For citation: Karpov M. V., Zhizdyuk A. A. Analysis of hydrotechnical, hydrological, climatic and environmental data for the organization and production of water treatment works // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(3):121–130. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i3pp121-130](http://10.28983/asj.y2023i3pp121-130).





Введение. С непрерывным развитием экономики и общества улучшилась способность людей преобразовывать общество. Чтобы преодолеть ограничения гидрологических и климатических условий, некоторые проекты в области гидрологии и охраны водных ресурсов были построены для удовлетворения потребностей человеческой деятельности. При строительстве гидрологических сооружений сначала исследуются геологические условия, чтобы определить, существуют ли значительные проблемы с геологической структурой, чтобы повысить стабильность гидрологических сооружений и снизить вероятность утечки гидрологических сооружений.

Гидрологические инженерно-геологические изыскания являются важной подготовительной работой при строительстве современных крупномасштабных проектов [1, 2]. Гидрогеологические условия проектной территории были детально исследованы для подготовки к инженерному проектированию и последующему строительству. Следовательно, в реальной ситуации качество работ по обследованию гидрогеологических геологических условий напрямую повлияет на качество строительства проекта. Это требует, чтобы соответствующий персонал обращал внимание на важность гидрологической инженерии геологоразведочные работы, уточнить цель гидрологических инженерно-геологических изысканий и иметь базовое представление о соответствующих мерах предосторожности в процессе разведки [15]. После завершения исследования гидротехнических, геологических, климатических и экологических условий обсуждаются проблемы, которые в процессе инженерного строительства для конкретных гидрологических условий могут возникнуть.

Методика исследований. Для разработки проекта организации и производства работ по очистке водоёма от продуктов заиления нами была разработана методика проведения таких исследований. Аналитическая часть состоит из анализа исходных данных, оценки экологического состояния водоема, выбора способа производства работ.

Аналитическая часть состоит организации работ по гидрологическим и геологическим условиям нахождения водоема, климатическим условиям в районе производства работ и экологического состояния водоёма [7–10]. Данные исследования приведены на рис. 1.

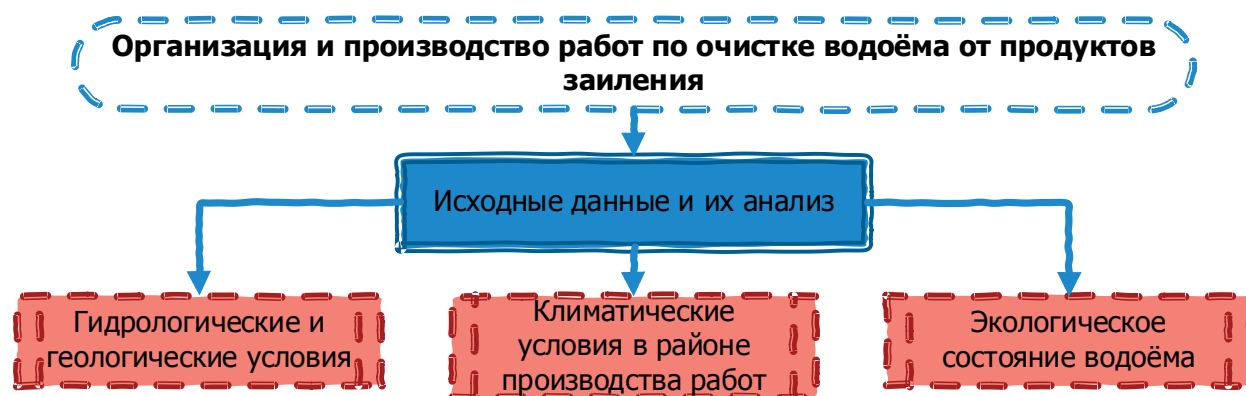


Рис. 1. К исследованию состояния водоёма, как объекта исследования

Как правило, основными методами, используемыми для определения гидрогеологических условий, являются, в основном, испытание на откачку и испытание на фильтрацию в испытательном карьере [3]. Тест на перекачку в основном используется для измерения содержания воды в определенной области и веществ, содержащихся в воде. Этот метод испытаний обычно используется в водяных колодцах или в буровых скважинах, и перекачиваемая вода доставляется в лабораторию для тестирования, чтобы уточнить различные вещества, содержащиеся в воде, чтобы обеспечить справочную основу для последующего использования гидрологических ресурсов. Во-первых, тест на инфильтрацию относится к выемке водяных отверстий определенного размера на поверхности, с подземным слоем воды под лужей. Затем вода в лужах допускается медленное просачивание в водоносный горизонт, и регистрируется количество воды, проникаемой за определенный период времени. Наконец, используя математические знания, устанавливаются функциональные соотношения для расчета, чтобы получить требуемые данные и обеспечить справочную основу для последующей инженерной деятельности. [4, 16].

На практике гидрологические инженерно-геологические изыскания можно разделить на три типа в зависимости от цели исследования гидротехнических геологических условий.



Комплексное гидрогеологическое исследование в основном относится к более детальному обследованию всех гидрогеологических условий в районе, которое в основном проводится для строительства конкретного проекта в этом районе. Например, строительство сельскохозяйственной базы требует всестороннего понимания гидрогеологических условий базового района до начала проекта, что позволяет изучить целесообразность строительства сельскохозяйственной базы в этом районе. Таким образом, комплексные гидрогеологические исследования в основном предназначены для того, чтобы обеспечить основу для измерения условий строительства конкретного проекта в регионе, такого как сельскохозяйственное производство и строительство туристических достопримечательностей.

Специализированное гидрогеологическое исследование в основном относится к конкретному исследованию нескольких гидрогеологических условий в районе для решения конкретной проблемы. Например, при исследовании того, пригодны ли подземные воды в данном районе в качестве питьевой воды для местных жителей, часто необходимо проводить обследования конкретных гидрогеологических условий, таких как качество воды и распределение источников воды. Поэтому специализированное гидрогеологическое исследование является высоконаправленным. Кроме того, для лучшего решения соответствующих проблем повышаются требования к точности данных и комплексности.

Инженерно-геологические изыскания являются важной задачей на подготовительном этапе проектирования строительства. В основном это относится к разведке и измерению гидрогеологических условий строительной площадки до начала конкретного строительства проекта, проверке завершенных и незаконченных частей в процессе строительства и исследованию статуса завершения всего проекта на стадии завершения. Инженерно-геологические изыскания являются неотъемлемой частью строительства крупномасштабных инженерных объектов. В соответствии с различными объектами гидрогеологических инженерных измерений инженерно-геологические изыскания делятся на несколько типов: а) инженерные изыскания зданий в основном направлены на инженерные гидрологические изыскания крупных зданий в городах; б) инженерные изыскания в области охраны водных ресурсов в основном направлены на инженерные гидрологические изыскания проекта инженерного строительства в области охраны водных ресурсов. Диапазон измерений часто широк, а само измерение затруднено; в) гидрологические инженерные изыскания проектов транспортной инфраструктуры предназначены в основном для гидрологических инженерных изысканий дорог, мостов, туннелей и других инженерных проектов. Диапазон измерений относительно широк; г) инженерные гидрологические изыскания проекта строительства горнодобывающей промышленности в основном ориентированы на полевые условия окружающей среды; д) инженерные гидрологические изыскания муниципальных строительных проектов в основном предназначены для инженерных гидрологических изысканий, проводимых муниципальными инженерными проектами, которые, как правило, находятся в сложной городской среде; е) гидрологические инженерные изыскания при строительстве военных объектов направлены на гидрологические инженерные изыскания при строительстве военных зданий, к которым предъявляются более высокие требования по точности; ж) гидрологические инженерные изыскания при проектах морского освоения предназначены в основном для гидрологических инженерных изысканий при соответствующих проектах морского строительства в ходе освоения и использования морских ресурсов, таких как строительство морских нефтяных скважин [17].

Результаты исследований. В настоящее время значение исследования гидрологических инженерно-геологических условий количество гидрогеологических проектов в мире значительно увеличилось, а типы проектов стали более разнообразными. В различных гидрогеологических проектах направленность гидрогеологических изысканий различна из-за различных условий строительства и требований к строительству. Однако, по сути, значение большинства гидротехнических геологических изысканий аналогично, что в основном отражается в следующих аспектах:

Повышение точности изложения представляют собой чертеж строительного проекта, который является важным ориентиром для современного строительства. Хотя некоторые крупные здания были спроектированы по строительным чертежам и большинство соответствующих инженерных параметров были подтверждены, из-за ограничений реальной среды и технического уров-



ня строительной команды часто необходимо вносить соответствующие коррективы в фактическое строительство для обеспечения качества строительства. Таким образом, при строительстве в полевых условиях соблюдается фактический стандарт. Кроме того, для управления установкой строительного оборудования и подтверждения процесса строительного проекта также необходимы соответствующие данные исследования гидрологических инженерно-геологических условий в качестве основы.

Расчетное наблюдение вспомогательной деформации в строительной инженерии осадка и деформация в определенных пределах не повлияют на качество строительства и срок службы здания. Однако, как только установленный предел будет превышен, это нанесет серьезный ущерб зданию, принесет серьезные экономические потери строительным предприятиям и владельцам и даже повлияет на личную безопасность строительного персонала и пользователей строительства. Следовательно, безопасность строительной конструкции должна быть гарантирована. Деформация и осадка строительного проекта контролируются всесторонне и точно, что обеспечивает основу для изучения и оценки качества строительства и улучшает качество строительства.

До официального начала строительства строительного проекта строительное подразделение может направить специалистов по геодезии и картографии на место для наблюдения на месте для составления топографической карты. В соответствии с соответствующими стандартами инженерного строительства и методами обработки геодезической и картографической информации данные исследования гидротехнических геологических условий проекта рассчитываются и сортируются. После наблюдения и измерения горных озер, строительства дорог и жилых домов в зоне строительства строительного проекта составляется всеобъемлющая масштабная карта. При поддержке соответствующих цифровых средств отображается конечный результат. Это обеспечивает полный и точный проектный чертеж и соответствующую информационную поддержку для бесперебойного выполнения всех этапов строительного проекта.

В настоящее время при исследовании гидрогеологических условий изначально реализовал разработку и применение различных информационных технологий. Распространенными методами разведки гидрогеологических условий являются следующие:

- 1) геологическая радиолокационная технология. Технология использует оценку частоты и амплитуды электромагнитных волн для сбора соответствующей геологической информации;
- 2) технология GPS. Технология использует спутниковые сигналы для достижения точного определения гидрогеологических условий;
- 3) технология дистанционного зондирования. Технология использует спектральное разрешение изображений дистанционного зондирования для достижения эффективного анализа геологической информации и в настоящее время является наиболее широко используемой технологией в гидрогеологических исследованиях. Его можно использовать не только для сбора геологической информации, но и для предотвращения геологических катастроф, строительства городских садов, обнаружения охраны окружающей среды и других аспектов;
- 4) метод разности фаз несущей. Этот метод отправляет и корректирует различия через базовую станцию для получения более точных результатов позиционирования. Применение этих информационных технологий может эффективно повысить эффективность и качество гидрологических инженерно-геологических изысканий, обеспечить необходимую техническую поддержку инженерного строительства.

Меры по предотвращению утечек для гидрологической инженерии заключаются в проверке утечки воды. Чтобы обеспечить эффективность и качество инженерных работ по предотвращению протечек, проверяется утечка воды. Есть три конкретных способа:

- 1) макроскопическое обнаружение утечек в основном предназначено для случая, когда утечка относительно серьезная, и место утечки может быть непосредственно обнаружено невооруженным глазом;
- 2) обнаружение утечки с помощью сухого цементного порошка в основном предназначено для случая небольшой утечки. При нанесении слоя сухого цементного порошка в месте утечки обнаруживаются влажные пятна или мокрые линии на поверхности цемента;



3) обнаружение утечек с помощью клея. В месте утечки размазывают цементный раствор, а затем посыпают сухим цементным порошком и обнаруживают влажные пятна или мокрые линии на поверхности цемента.

Дренаж и герметизация просачивающейся воды. В настоящее время в инженерном строительстве, если возникают проблемы с утечкой грунтовых вод, распространенными методами очистки в основном являются дренаж и комбинирование с отключением воды. В конкретной операции он в основном делится на две части: дренаж и отключение воды. В дренаже существуют три конкретные меры: а) открытый дренаж в основном относится к рытью коллекторной воронки на определенной глубине в месте утечки проекта и установке дренажной трубы под воронкой; б) дренаж подземного трубопровода в основном относится к вырезанию Y-образной канавки в дренажной канаве вдоль утечки трещины, и канал для отвода воды расположен в нижней части канавки, а водонепроницаемый уплотнительный слой расположен на поверхности канала с грязью, краской или и т.п.; в) сочетание подземного трубопроводного дренажа и открытого дренажа в основном основано на сочетании двух вышеуказанных мер. При отключении воды существуют следующие методы: а) Ремонт ОЗНАЧАЕТ непосредственное использование водонепроницаемого материала для перекрытия воды в месте утечки; б) оштукатуривание поверхности в основном относится к устройству жесткого водонепроницаемого слоя в большой области утечки; в) отслаивание в основном относится к устройству гибкого гидроизоляционного слоя в месте крупномасштабной утечки; г) затирка швов относится к заливке водонепроницаемого материала в зазор в месте утечки.

Применение технологии очистки воды от утечек. В подземной гидрологической инженерии необходимо сосредоточиться на сбросе потока воды и перекрытии воды, чтобы улучшить ее способность предотвращать утечку, то есть максимально устранить утечку в породе. В то же время путь утечки герметизируется, чтобы повысить эффективность защиты от утечек гидрологической инженерии с самого начала. В частности, дренаж предназначен главным образом для случая большого количества вытекающей воды. Например, если в проекте существует проблема с пусковым током, в зоне утечки воды гидрологического проекта может быть установлена соответствующая дренажная канава для отвода просачивающейся воды. Открытый дренаж - лучший метод обработки, который можно использовать в этой ситуации. Однако, если в гидрологическом проекте есть трещина утечки или утечка Y-образной канавки, необходимо использовать технологию очистки дренажа подземного трубопровода для отвода воды из трещины. Когда все утечки будут полностью устранены, поверхности этих утечек покрываются водонепроницаемым раствором для герметизации утечек. Чтобы уменьшить рабочую нагрузку, необходимо комбинировать два метода дренажа, когда происходит просачивание на гидрологическом инженерном участке. Кроме того, при очистке от воды технология обработки, которая может быть использована в основном, включает ремонт, штукатурку, щетку, давление и пасту и т.д. Ремонт в основном направлен на устранение трещин и пустот, которые относительно невелики, и водонепроницаемое покрытие может быть использовано непосредственно. При возникновении проблем с утечкой на большой площади влагостойкий слой следует оштукатурить для повышения его жесткости. В этом случае также может быть использована чистка щеткой.

Усиление ремонта утечки воды. В гидрологической инженерии для решения проблемы утечки, которая уже произошла на большой территории, сначала необходимо разобраться с ней когнитивно. Место, где произошла утечка в проекте, было проверено, чтобы точно определить точку утечки. Затем анализируется состояние просачивания воды в месте утечки и место утечки очищается. Для отключения воды была принята мера эффективности. После очистки от воды поверхность гидрологического объекта должна быть вовремя укреплена, например, путем нанесения на поверхность раствора, стойкого к растрескиванию. Поверхность гидрологического сооружения должна быть обработана, чтобы избежать проблем с утечкой воды и повысить способность гидрологического сооружения предотвращать утечки.

При работе с относительно большими гидрологическими инженерными трещинами необходимо своевременно заливать в трещины раствор с относительно высокой скоростью коагуляции, заполнять трещины, а также укреплять и поддерживать трещины, чтобы избежать повторения



трещин и повлиять на общую производительность гидрологической инженерии. При гидрологической инженерной обработке от протечек защитные меры, принимаемые в разных точках утечки, различны. При обработке детальной структуры проекта сначала заливается суспензия, а затем заполняется полоса воды. Водонепроницаемый материал наносится на поверхность трещины и отверждается. Вышеуказанный метод обработки может эффективно избежать проблемы повторной утечки в гидрологической инженерии и повысить эффективность защиты от утечек в гидрологической инженерии.

Опора котлована для фундамента. Технология поддержки котлована под фундамент в основном относится к подземному инженерному строительству в виде заранее установленной опорной конструкции, позволяющей избежать инженерных утечек. С одной стороны, эффективно повышается стабильность конструкции котлована и гарантируется упорядоченное развитие инженерного сооружения; с другой стороны, эффективно предотвращается утечка грунтовых вод. Ниже приведен пример анализа опоры котлована для фундамента.

Обзор примера проекта. Если взять в качестве примера строительство, то здание занимает площадь 24 000 м², с 26 этажами над землей, высотой 96,5 м и двумя с половиной подземными. В основном он используется как автостоянка. Здание построено на буронабивных сваях из железобетона, заполненных породой диаметром 800 мм. Глубина выемки котлована под фундамент составляет 9,9 м, а площадь может достигать 13,2 м. Здание расположено в городской зоне, и условия строительства котлована для фундамента относительно сложны. Чтобы обеспечить безопасность строительства и избежать инженерных утечек, необходимо внедрить технологию крепления котлована под фундамент.

Применение технологии крепления котлована под фундамент [12, 13]. Согласно анализу конкретных гидрогеологических условий, метод крепления котлована, принятый строительным подразделением, представляет собой, в частности, двенадцать опор горизонтальной балки, поддерживаемой котлованом. Используется буронабивная свая диаметром 700 мм, которая укладывается на 7,5 м ниже дна котлована, а арматура составляет 8хф18мм. Кольцевая стальная пластина помещается на стыке колонны и крышки фундамента, и одновременно устанавливается стальной каркас. Кольцевая водозаборная плита приваривается при заливке платформы, чтобы предотвратить проникновение грунтовых вод вверх и избежать протечки конструкции [18].

Для начала составляется топографический план водоема [5, 6]. Нами выбран масштаб М1:5000, в качестве объекта исследования взят водоем, под обозначением П-1 (рис. 2).

На основании топографического плана водоема мы выбрали поперечный разрез по створу плотины и предложили расчетная схема по определению объема донных отложений по сечению А-А (рис. 3).

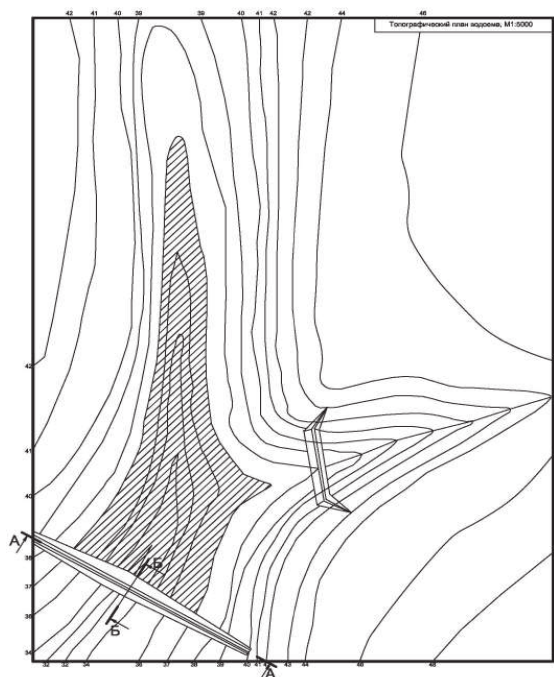


Рис. 2. Топографический план водоема (П-1)



Рис. 3. Поперечный разрез по створу плотины и расчетная схема по определению объема донных отложений

Также сделали поперечный разрез по створу плотины и расчетная схема по определению объема донных отложений по сечению Б-Б (рис. 4).

Все измерения наносили на миллиметровой бумаге для удобства. В тексте работы упростили, указав в виде эскизов.

Гидрологические и геологические условия

Гидрологические условия (гидрологическое состояние водного объекта) отражают комплекс признаков, характеризующих физические и химические свойства водного объекта, процессы их формирования и пространственно-временную изменчивость в данном месте и за конкретный, ограниченный срок (легко заметить аналогию с погодными условиями). Гидрологический режим отражает совокупность закономерно повторяющихся изменений гидрологического состояния водного объекта, закономерности изменений во времени рассматриваемых параметров водной среды, обусловленные физико-географическими, в первую очередь климатическими условиями. Это своего рода норма гидрологических условий данной водной экосистемы (легко можно провести аналогию с климатом), установленная в результате многолетнего ряда наблюдений. Гидрологический режим включает в себя многолетние, сезонные и суточные колебания уровня воды (режим уровня), скорости и направлении течений, вертикального перемешивания (режим динамики вод), расходов воды (режим стока, или водный режим), температуры воды (термический режим), ледовых явлений (ледовый режим), количества и состава переносимого потоком твердого материала (режим наносов), состава и концентрации химических веществ (гидрохимический режим) и др. Естественный гидрологический режим нередко существенно нарушается хозяйственной деятельностью человека, т.е. вмешательством антропогенного фактора.

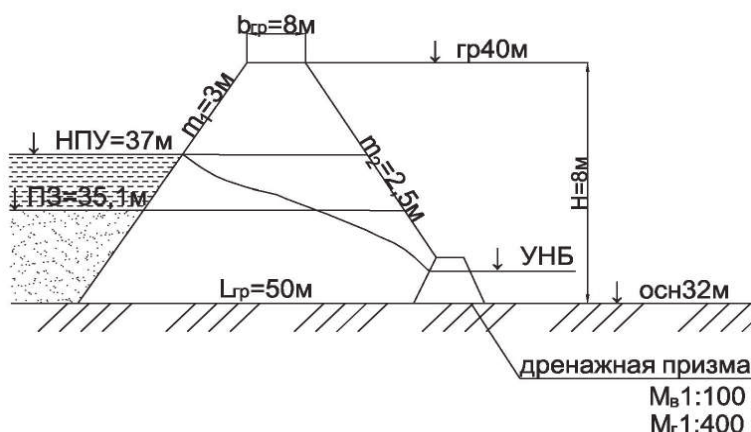


Рис. 4. Поперечное сечение грунтовой плотины





Итак, результаты какой-либо одной гидрологической экспедиции или изучения водного объекта в течение непродолжительного времени (сезон, год) позволяют оценить гидрологические условия или гидрологическое состояние водного объекта только в этот конкретный период наблюдений. Сведения о гидрологическом режиме получают из специальных справочников, атласов, гидрологических ежегодников, водных кадастров (водный кадастр (фр. cadastre – лист, реестр) – составленный по определенной схеме систематизированный свод сведений о водных ресурсах, объединяющий результаты изучения водных объектов за многолетний период).

1. Гидрологические условия:

отметка форсированного подпёртого уровня (ФПУ) – 38 м;

отметка нормального подпёртого уровня (НПУ) – 37 м;

глубина водоёма при НПУ: $H_{\text{НПУ}} = \nabla_{\text{НПУ}} - \nabla_{\text{дна реки}} = 37 - 32 = 5$ м;

глубина водоёма при ФПУ: $H_{\text{ФПУ}} = \nabla_{\text{ФПУ}} - \nabla_{\text{дна реки}} = 38 - 32 = 6$ м.

В процессе эксплуатации водоёма произошло его заиление и изменение глубины воды в нем:

отметка залегания продуктов заиления $\nabla_{\text{пз}} - 35,1$ м;

фактическая глубина воды в водоёме:

при нормальном подпёртом уровне: $H_{\text{НПУ}} = \nabla_{\text{НПУ}} - \nabla_{\text{пз}} = 37 - 35,1 = 1,9$ м;

при форсированном подпёртом уровне: $H_{\text{ФПУ}} = \nabla_{\text{ФПУ}} - \nabla_{\text{пз}} = 38 - 35,1 = 2,9$ м.

Вывод: фактические глубины воды в водоёме, после его заиления, не позволяют водному объекту поддерживать процессы саморегуляции (самовосстановления), поэтому необходимо произвести очистку водоёма от продуктов заиления.

2. Геологические условия:

Дно и склоны (берега) водоёма до $\nabla 34,5$ м представлены суглинками, пойменная часть выше отметки $\nabla 34,5$ м – супесями, плотность которых $\gamma_c = 1,54$ т/м³. Продукты заиления (донные отложения) характеризуются гранулометрическим составом (табл. 1).

Таблица 1

Гранулометрический состав продуктов заиления (донных отложений)

Диаметр d_p , мм	< 0,005	0,005–0,05	0,05–0,1	0,1–0,25	0,25–0,5	0,5–1,0	1,0–2,0	2,0–5,0	
Процентное содержание p_i , %	3	14	32	11	10	9	11	10	
$\sum p_i$, %	3	17	46	43	21	19	20	21	100

Средняя плотность донных отложений $\gamma_{\text{пз}} = 1,56$ т/м³.

Плотность твердой фазы $\gamma_{\text{т.ф.}} = 2,58$ т/м³.

Климатические условия в районе производства работ

В работе климатические условия характеризуются среднемесячными температурами окружающего воздуха. В соответствии с вариантом К1 по табл. 2 определяем продолжительность зимнего периода ($T_{\text{зп}} = 3$ мес) и летнего ($T_{\text{лп}} = 9$ мес.).

Таблица 2

Среднемесячные температуры окружающего воздуха в районе строительства, °С

Вариант	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К1	-4	-3	2,5	9	15	19	20	18	10	4	2	-1

Экологическое состояние водоёма

В процессе эксплуатации водохранилища (водоёма) в водном объекте происходит накопление донных отложений, связанное с процессами эвтрофикации, поступлением продуктов ветровой и водной эрозии с поверхности прилегающих земель, а также за счет накопления речных наносов, анаэробного разложения остатков растительного и животного происхождения [11].

По мере накопления донных отложений уменьшилась глубина воды в водоеме, что способствует в летний период прогреванию воды на больших глубинах и затуханию конвективных процес-



сов в нем. Все это снижает насыщение воды кислородом, сопровождающееся бурным зарастанием водоёма сине-зелеными водорослями, а прибрежной зоны тростниковой и другой влаголюбивой растительностью. Создаются благоприятные условия для размножения и обитания насекомых, ухудшается качество воды, теряется способность водного объекта к самовосстановлению (саморегуляции), ухудшается экологическое состояние самого водного объекта и прибрежных территорий, сокращается полезный объём воды в нём.

Таким образом, с целью восстановления способности водного объекта к самовосстановлению (саморегуляции) и нормализации процессов водопользования для нужд рыбоводства и рыболовства, орошения, водоснабжения и рекреации необходимо периодически производить очистку водных объектов от продуктов заиления.

Заключение. Гидрогеологическая инженерия имеет определенные особенности, и условия строительства также сложны. Чтобы обеспечить общее качество устранения инженерных утечек, необходимо провести геологические изыскания до начала строительства. С одной стороны, при проведении геологических изысканий соответствующий персонал должен полностью понимать местные гидрогеологические проблемы; с другой стороны, они также должны обращать внимание на подземные скальные образования и характеристики почвы. В частности, следует отметить следующие вопросы: Прежде всего, следует отметить базовую ситуацию с уровнем грунтовых вод, и следует понимать колебания местного уровня грунтовых вод в последние годы, чтобы обеспечить ориентир для строительства проекта [19]. Во-вторых, следует уделять особое внимание местным природно-географическим условиям, включая топографические особенности, типы рельефа, муссоны, количество осадков и т.д. Наконец, характеристики водоносных горизонтов должны быть полностью поняты, включая направление потока между соседними водоносными горизонтами, типы водных ресурсов, условия хранения и т.д.

Исследование гидрогеологических условий, климатических и экологических условий является важным подготовительным мероприятием при строительстве крупномасштабных проектов. Для обеспечения качества строительства объекта инженерное проектирование и строительство должны осуществляться на основе всестороннего и детального гидрогеологического, климатического и экологического исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков В. А., Царалунга В. В. Охотпользование и мелководные искусственные водоёмы. Проблемы, связанные с их эвтрофикацией // Лесотехнический журнал. 2013. № 1(9). С. 178-181. EDN QZGNOP.
2. Лопатина М. Г. Повышение эксплуатационной надежности грунтовых плотин в условиях потенциального заиления дренажа: специальность 05.23.07 «Гидротехническое строительство»: дис. ... канд. техн. наук / Лопатина Маргарита Геннадьевна. СПб., 2009. 162 с. EDN QEMPOX.
3. Погодин Н. Н., Анженков А. С., Болбышко В. А. Анализ способов и средств механизации очистки закрытой дренажной сети от заиления // Мелиорация. 2019. № 2(88). С. 5–12. EDN QGITLM.
4. Сметанин В.И., Ачкасов Г.П. Организация и производство работ по очистке водоёма от продуктов заиления. М., 2016. 55с.
5. Сметанин В.И. Восстановление и очистка водных объектов. М., 2003.
6. Ачкасов Г.П., Шибалова Г.В. Производство работ по грунтовой насыпной плотине. М., 2011.
7. ЕНиР. Сборник Е-2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. М.: Стройиздат, 1989.
8. СНиП 1.04.03-85*. Нормы продолжительности строительства предприятий, зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1991.
9. Голованов А.И., Зимин Ф.М., Сметанин В.И. Рекультивация нарушенных земель: учебник / под ред. А.И. Голованова. 2-е изд., испр. и доп. СПб., 2015. 336 с.: с ил.
10. Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ. 3-е изд. М., 1986.
11. Перспективы использования культивированных водорослей хлореллы при доочистке и обеззараживании сточных вод на очистных сооружениях / М. В. Карпов [и др.] // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 150–154. DOI 10.28983/asj.y2023i1pp150-154. – EDN DSYBZJ.
12. Инновационные способы восстановления микроразрушений гидротехнических сооружений / М. В. Карпов [и др.] // Аграрный научный журнал. 2022. № 12. С. 77–81. DOI 10.28983/asj.y2022i12pp77-81. EDN FYJFTC.



13. Карпов М. В., Жиздюк А. А., Наумова О. В. Обоснование использования биобетонов для строительства гидротехнических сооружений // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. № 5. EDN SILQQX.
14. Теоретическое исследование ротационного щеточного очистителя / Б. Р. Ахмадов Карпов [и др.] // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 2(102). С. 219–226. DOI 10.35679/1991-9476-2020-15-2-219-226. – EDN BXJOEA.
15. Yu Yiqiang. (2019). Study on Hydrological Engineering Geological Conditions and Anti-leakage Measures. *Journal of Geological Research*. 1. 10.30564/jgr.v1i1.683.
16. Ji Zhou, Jiasheng Wang, Shibing Pan, Shuzhen Li, Zhenhua Gao. Analysis of Leakage Characteristics and Suggestion of Anti-seepage Treatment in a Water Control Project [J]. *Water Resources and Hydropower Engineering*, 2017, 48(07):68–73.
17. Feijiao Li. Research on related issues of hydrogeology in engineering geological exploration [J]. *World Nonferrous Metals*, 2018(22):247–248.
18. Jingjuan Hu. Hydrogeological hazards and control measures in engineering geological survey [J]. *Western Resources*, 2019(01):68–69.

REFERENCES

1. Novikov V. A., Tsaralunga V. V. Hunting use and shallow artificial reservoirs. Problems related to their eutrophication. *Forestry Journal*. 2013; 1(9): 178–181. EDN KZGNOP. (In Russ.).
2. Lopatina, M. G. Improving the operational reliability of ground dams in conditions of potential siltation of drainage: specialty 05.23.07 “Hydraulic engineering”: dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. St. Petersburg, 2009. 162 p. ed. QEMPOX. (In Russ.).
3. Pogodin N. N., Anzhenkov A. S., Bolbyshko V. A. Analysis of methods and means of mechanization of cleaning a closed drainage network from silting. *Land reclamation*. 2019; 2(88): 5–12. EDN QGITLM. (In Russ.).
4. Smetanin V.I., Achkasov G.P. Organization and production of works on cleaning the reservoir from silting products. Moscow, 2016. 55 p. (In Russ.).
5. Smetanin V.I. Restoration and purification of water bodies. Moscow, 2003. (In Russ.).
6. Achkasov G.P., Shibalova G.V. Production works on an underground bulk dam. Educational and methodical manual. Moscow, 2011. (In Russ.).
7. ENiR. Collection E-2. Earthworks. Issue 1. Mechanized and manual earthworks. Moscow, 1989. (In Russ.).
8. SNiP 1.04.03-85*. Norms of duration of construction of enterprises, buildings and structures. Moscow, 1991. (In Russ.).
9. Golovanov A.I., Zimin F.M., Smetanin V.I. Recultivation of disturbed lands: Textbook / Edited by A.I. Golovanov. 2nd ed., ispr. and add. St. Petersburg, 2015, 336 p.: with ill. (In Russ.).
10. Yasinetsky V.G., Fenin N.K. Organization and technology of hydro-reclamation works. 3rd ed. Moscow, 1986. (In Russ.).
11. Prospects for the use of cultured chlorella algae in post-treatment and disinfection of wastewater at wastewater treatment plants / M. V. Karpov et al. *The Agrarian Scientific Journal*. 2023; 1: 150-154. DOI 10.28983/asj.y2023i1pp150-154. – EDN DSIBZJ. (In Russ.).
12. Innovative ways to restore micro-destruction of hydraulic structures / M. V. Karpov et al. *The Agrarian Scientific Journal*. 2022; 12: 77–81. DOI 10.28983/asj.y2022i12pp77-81. – EDN FYJFTC. (In Russ.).
13. Karpov M. V., Zhizdyuk A. A., Naumova O. V. Justification of the use of biobetons for the construction of hydraulic structures. *Bulletin of Eurasian Science*. 2022; 14: 5. EDN SILQQX. (In Russ.).
14. Theoretical study of a rotary brush cleaner / B. R. Akhmadov et al. *Scientific life*. 2020; 15; 2(102): 219–226. Doi 10.35679/1991-9476-2020-15-2-219-226. – EDN BHJOYA. (In Russ.).
15. Yu, Yiqiang. (2019). Study on Hydrological Engineering Geological Conditions and Anti-leakage Measures. *Journal of Geological Research*. 1. 10.30564/jgr.v1i1.683.
16. Ji Zhou, Jiasheng Wang, Shibing Pan, Shuzhen Li, Zhenhua Gao. Analysis of Leakage Characteristics and Suggestion of Anti-seepage Treatment in a Water Control Project [J]. *Water Resources and Hydropower Engineering*. 2017; 48(07): 68–73.
17. Feijiao Li. Research on related issues of hydrogeology in engineering geological exploration [J]. *World Nonferrous Metals*. 2018; (22): 247–248.
18. Jingjuan Hu. Hydrogeological hazards and control measures in engineering geological survey [J]. *Western Resources*. 2019; (01): 68–69.

Статья поступила в редакцию 17.10.2022; одобрена после рецензирования 8.11.2022; принята к публикации 30.12.2022.

The article was submitted 17.10.2022; approved after reviewing 8.11.2022; accepted for publication 30.12.2022.