

### РАЗДЕЛ 3. ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК626:627.8

#### ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

**Исмаилова Кульнара Джанчаровна (0000-0001-5526-5469),  
Абдыжапаров Алиби (0000-0021-4536-5874)**

*Кыргызский национальный аграрный университет, г. Бишкек, Кыргызстан*

**Аннотация:** при эксплуатации гидротехнических сооружений должны быть обеспечены надежность и безопасность их работы, а также бесперебойная и экономичная работа технологического оборудования электростанций при соблюдении положения по охране окружающей среды. Особое внимание должно быть уделено обеспечению надежности работы противофильтрационных и дренажных устройств. Гидротехнические сооружения должны удовлетворять нормативной документации по устойчивости, прочности, долговечности. Сооружения и конструкции, находящиеся под напором воды, а также их основания и примыкания должны удовлетворять нормативным (проектным) показателям водонепроницаемости и фильтрационной прочности. Гидротехнические сооружения должны предохраняться от повреждений, вызываемых неблагоприятными физическими, химическими и биологическими процессами, воздействием нагрузок и воды

**Ключевые слова:** гидротехнические сооружения, эксплуатация, пропускная способность, фильтрация, фильтрационная прочность, устойчивость, коэффициент запаса, откосы, плотина, деформация.

#### ГИДРОТЕХНИКАЛЫК КУРУЛУШТАРДЫН БЕКЕМДИГИ ЖАНА ТУРУКТУУЛУГУ

**Исмаилова Кульнара Джанчаровна (0000-0001-5526-5469),  
Абдыжапаров Алиби (0000-0021-4536-5874)**

*Кыргыз улуттук агрардык университети, Бишкек ш., Кыргызстан*

**Аннотация:** гидротехникалык курулмаларды эксплуатациялоодо аларды эксплуатациялоонун ишенимдүүлүгү жана коопсуздугу, ошондой эле айлана-чөйрөнү коргоо эрежелерин сактоо менен электр станцияларынын технологиялык жабдууларынын үзгүлтүксүз жана үнөмдүү иштеши камсыз кылынууга тийиш. Чыпкалоого каршы жана дренаждык түзүлүштөрдүн ишенимдүү иштешин камсыз кылууга өзгөчө көңүл буруу керек. Гидротехникалык курулуштар туруктуулук, бекемдик жана бышыктык боюнча ченемдик документтерге жооп бериши керек. Суунун басымы астында турган конструкциялар жана курулмалар, ошондой эле алардын пайдубалы жана чектеи аймактары сууга туруктуулуктун жана чыпкалануунун бекемдигинин стандарттык (долбоордук) көрсөткүчтөрүнө жооп бериши керек. Гидротехникалык курулуштар жагымсыз физикалык, химиялык жана биологиялык процесстерден, жүктөрдүн жана суунун таасиринен келип чыккан бузулуулардан корголушу керек.

**Өзөктүү сөздөр:** гидротехникалык курулуштар, эксплуатация, өткөрүү жөндөмдүүлүгү, чыпкалоо, чыпкалоо күчү, туруктуулугу, коопсуздук фактору, жантайыңкы, дамба, деформация.

## STRENGTH AND STABILITY OF HYDRAULIC STRUCTURES

**Ismailova Kulnara Jancharovna (0000-0001-5526-5469),  
Abdyzharov Alibi (0000-0021-4536-5874)**

*Kyrgyz National Agrarian University, Bishkek, Kyrgyzstan*

**Annotation:** *when operating hydraulic structures, the reliability and safety of their operation must be ensured, as well as the uninterrupted and economical operation of the technological equipment of power plants while observing environmental protection regulations. Particular attention should be paid to ensuring the reliable operation of anti-filtration and drainage devices. Hydraulic structures must satisfy regulatory documentation on stability, strength, durability. Structures and structures under water pressure, as well as their foundations and abutments must satisfy regulatory (design) indicators of water tightness and filtration properties ity. Hydraulic structures must be protected from damage caused by unfavorable physical, chemical and biological processes, exposure to loads and water.*

**Keywords:** *hydraulic structures, operation, throughput, filtration, filtration strength, stability, safety factor, slopes, dam, deformation.*

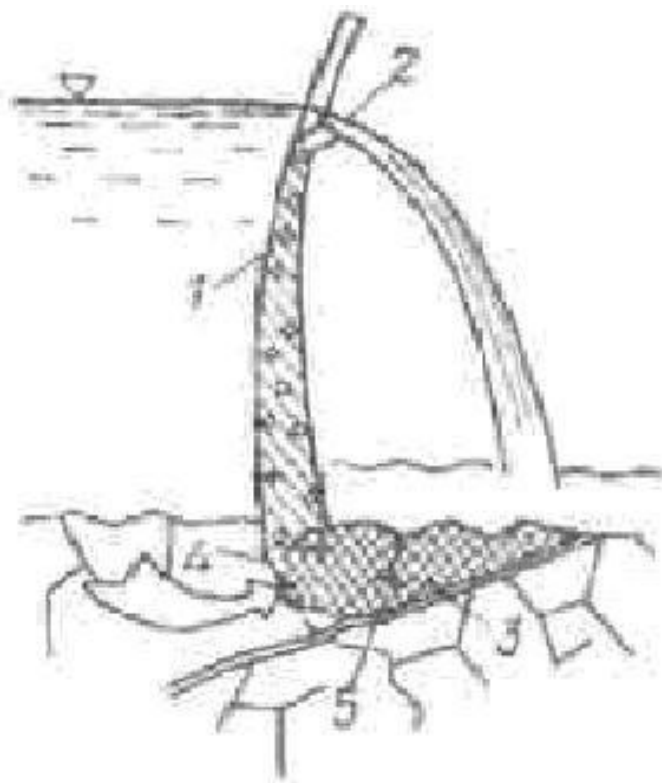
### 1. Введение

Характерной особенностью большинства гидротехнических сооружений является то, что они возводятся на местности со сложными геологическими и гидрогеологическими особенностями и подвержены влиянию давления воды на мелководье, ледовых и волновых сил, потоков и методов фильтрации. Эти условия требуют пристального внимания при проектировании, строительстве и эксплуатации. Ослабление приводит к разрушению и обрушению гидротехнических сооружений, что для крупных гидротехнических сооружений связано с катастрофическими последствиями. Среди крупных провалов земляных работ - обрушение скалы в водохранилище Вайонт (Италия, 1963 г.), в результате которого вода перелилась через гребень плотины; движения основания и обрушение арочной плотины Мальпасс (Франция, 1959 г.); разрушение земляной плотины Тетон, вызванной просачиванием воды (США, 1976 г.). Повреждения произошли и на крупных гидротехнических сооружениях: когда прошел паводок, обрушилась Тирляндская плотина в Башкирии. Грунтовые сооружения проверяются на сдвиг не только все

сооружение в целом, но и отдельные его конструктивные элементы, в первую очередь откосы плотин на плоский сдвиг или сдвиг по круглоцилиндрическим поверхностям. Для определения коэффициента устойчивости откоса применяют упрощенный аналитический метод.

Основными причинами аварий гидротехнических сооружений являются: неустойчивость основания, недостаточная пропускная способность водосбросов, недостаточная прочность различных конструктивных элементов, фильтрация воды через тело грунтовых сооружений. Иногда повреждения и аварии гидротехнических сооружений возникают в начальный период их эксплуатации вследствие незавершенности строительных работ: на это обстоятельство должно быть обращено особое внимание при сдаче гидротехнических сооружений в эксплуатацию. Известны случаи аварий гидротехнических сооружений через 30 лет и более после окончания строительства, когда сооружение, казалось бы, подтвердило полностью свою надежность.

### 2. Материалы и методы исследования



**Рис. 1** – Схема трещинообразований в основании плотины

1 — арочная плотина; 2 — водосброс; 3 — развитая трещина (разлом) в основании плотины, заполненная породой-водоупором; 4 — система трещин, подрезающих основание; 5 — участок основания, выделенный трещинами

Грунтовые сооружения испытывают на сдвиг не только на всем сооружении, но и на отдельных элементах конструкции, в первую очередь откосах плотин на плоский сдвиг или круглых цилиндрических поверхностях на сдвиг. Для определения коэффициента устойчивости откосов использовался упрощенный аналитический метод (Исмаилова К.Д., Нарматова Г.К. Сардарбеков А., 2019).

Устойчивость сооружения - сопротивление сдвигу или опрокидыванию под воздействием внешних сил (воды, грунта, льда), в том числе в условиях проявления сейсмических сил. Следует иметь в виду, что слабым сечением может быть не только контакт подошвы сооружения с основанием, но и сечения в толще основания при наличии в последнем слоев грунта с низким коэффициентом трения или при наличии системы трещин, выделяющих участок скального основания

из основного массива. При эксплуатации важно знать коэффициенты запаса для данного сооружения при различном сочетании нагрузок и контролировать эти нагрузки путем сопоставления данных натурных наблюдений с критериями безопасности (Исмаилова К.Д., Масалбеков Н.И., Таласбаев Н.А.Ю., 2021).

Прочность сооружения - способность каждой его конструкции (элемента) воспринимать действующую на него нагрузку с допустимой при этом деформацией, не приводящей к повреждению конструкции (Исмаилова К.Д., Каныбек у. Айбек., 2022).

Требования к долговечности гидротехнических сооружений можно разделить на две группы.

Первая группа — требования к долговечности сооружения в целом, определяемой сроком его амортизации. Современный взгляд на амортизацию

основных фондов заключается в стремлении сократить ее срок из-за морального старения объекта. Этот взгляд не может быть распространен на такие сооружения, как плотины, крупные каналы, здания электростанций. Поддержание сооружений в работоспособном состоянии требует постоянного контроля за их состоянием, своевременного устранения повреждений и проведения профилактических ремонтов (Исмаилова К.Д., Калыбек у. Ислам., 2023).

Вторая группа — требования к долговечности отдельных конструкций гидротехнических сооружений (транспортных путей, ограждений, затворов, сороудерживающих решеток, подъемных механизмов, а также трубопроводов, уравнивательных резервуаров и др.), которая может быть существенно меньшей, чем долговечность сооружения в целом. Срок службы этих конструкций определяется их физическим износом, наступающим быстрее, чем у основных несущих узлов сооружения. Срок службы систем контроля и управления гидротехнических сооружений определяется их моральным износом (Исмаилова К.Д., Бозгунов Б., 2023).

### 3. Результаты исследования

Влияние гидроэлектростанции на природу, начиная со строительного периода, становится ощутимым из-за уничтожения растительности в пределах водохранилища, затопления земель, создания крупных и малых водоемов, изменения условий обитания водной фауны и флоры, изменения условий жизни на берегах водоемов. В дальнейшем в период эксплуатации постепенно начинают проявляться такие факторы, как изменение микроклимата, гидрологического и гидрогеологического режимов, переработка берегов, изменение качества воды гидр. Вряд случается имеет место интенсификация сейсмической активности в районе создаваемого водохранилища. Но наибольший отрицательный эффект на экологическое состояние водохранилищ оказывает антропогенное воздействие.

После создания водохранилища на его берегах начинают строиться водозаборные и сбросные сооружения промышленного, сельскохозяйственного и коммунального назначения. Сброс сточных вод в водоемы, достигающий в целом по стране полутора сотен кубокилометров в год, сопровождается поступлением нефтепродуктов, соединений металлов, фенолов, сульфатов, хлоридов и других химических вредных веществ, а также органических веществ сельскохозяйственного происхождения. В условиях неготовности или недостаточной производительности очистных сооружений происходит интенсивное загрязнение водоемов (Исмаилова К.Д., Бектенов Э., 2023).

Под требованием водонепроницаемости гидротехнических сооружений, их оснований и примыканий практически понимается их безопасная водопроницаемость, поскольку полная водонепроницаемость сооружений, находящихся под постоянным напором воды, не может быть обеспечена. Водопроницаемость гидротехнических сооружений не должна приводить к снижению их устойчивости и прочности, вызывать существенные деформации и разрушать материал сооружения. Организованная, предусмотренная проектом разгрузка фильтрационных вод зависит от состояния водопорных устройств (ядер, экранов, диафрагм, завес, уплотнений) и дренажей, поэтому необходимо уделять контролю за работой этих конструкций особое внимание при эксплуатации (Исмаилова К.Д., Окмоткулов С., 2023).

Весьма важным показателем надежности гидротехнических сооружений является фильтрационная прочность самих сооружений, а также их оснований и примыканий - способность естественного или уложенного в тело сооружения грунта сопротивляться воздействию фильтрационного потока (фильтрационного напора), не деформируясь, сохраняя равновесное состояние, не меняя своих

основных свойств, фильтрационная прочность грунтов связана с их физическими характеристиками, такими как гранулометрический (зерновой) состав, плотность частиц, пористость, влажность, влагоемкость, пластичность, сцепление при разрыве грунта и некоторые другие. При проектировании обычно производятся достаточно подробные расчеты фильтрационной прочности (Исмаилова К.Д., Окмоткулов С., 2023).

Нарушение фильтрационной прочности сопровождается деформациями грунта, часть которых может быть обнаружена при первом же осмотре, а часть является скрытой и становится видимой лишь на более поздних стадиях развития (Жумабаев Б., Исмаилова К.Д., 2005).

Несмотря на самые тщательные проектные расчеты всегда возможны случаи нарушения фильтрационной прочности из-за неучтенной неравномерной осадки сооружения и других факторов, носящих сугубо местный и непредсказуемый характер (Баялиева Ж.А., Мусалиева А.М., Алмазов Т., 2022).

#### 4. Дискуссия

В работах Жумабаева Б., Исмаиловой К.Д. “Влияние водохранилища на напряженно-деформированное состояние плотины”; Жумабаева Б., Исмаиловой К.Д. “Влияние водохранилища на напряженно-деформированное состояние плотины” исследовалась проблема напряженно-деформированное состояние плотины при различных силовых факторах (сейсмическая сила, сила гравитации), прочностью, устойчивостью откосов плотин и дамб. Надежность гидротехнических сооружений - фильтрационная прочность самих сооружений, а также их оснований и примыканий - способность естественного или уложенного в тело сооружения грунта сопротивляться воздействию фильтрационного потока (фильтрационного напора), не деформируясь, сохраняя равновесное состояние, не меняя своих основных свойств, фильтрационная

прочность грунтов связана с их физическими характеристиками, такими как гранулометрический (зерновой) состав, плотность частиц, пористость, влажность, влагоемкость, пластичность, сцепление при разрыве грунта и некоторые другие.

#### 5. Выводы

Соблюдение всех перечисленных требований к эксплуатации гидротехнических сооружений должно обеспечиваться организацией надзора за ними, включающего контроль за состоянием и работой гидротехнических сооружений, своевременное выявление изменений в их состоянии и разработку мер по предупреждению повреждений, включая своевременное выполнение ремонтных и реконструктивных работ и иных эксплуатационных мероприятий, обеспечивающих безопасное состояние и надежную работу гидротехнических сооружений. Все гидротехнические сооружения соответствуют критериям безопасности, нормативным (проектным) показателям по устойчивости, прочности, долговечности, а также водонепроницаемости и фильтрационной прочности (Исмаилова К.Д., Жамангапова А.К., 2015).

Поэтому тщательные наблюдения за фильтрационным режимом сооружений, их оснований и примыканий есть важную задачу эксплуатационного периода. Следует помнить, что нарушение фильтрационной прочности грунта при непринятии профилактических или защитных мер всегда влечет за собой образование путей сосредоточенной фильтрации, интенсивную внутреннюю и внешнюю суффозию, приводит к разрушению сооружения (Жамангапова А.К., Итикулов А.М., 2023).

Проведение ремонтных и восстановительных работ, а при необходимости и реконструкции должно осуществляться на основе специальных проектов.

#### 6. Литература

1. Исмаилова К.Д., Нарматова Г.К. Сардарбеков А. Оценка устойчивости плотин. Вестник КНАУ, №1(50), 2019, С. 133-137
2. Исмаилова К.Д., Масалбеков Н.И., Таласбаев Н.А. Оценка напряженного геомеханического состояния плотины. Вестник КНАУ, №1(46), май, 2021
3. Исмаилова К.Д., Каныбек у. Айбек Откосы плотин при различных температурных режимах. Вестник КНАУ, №4 (63) 2022, с.131-136
4. Исмаилова К.Д., Калыбек у. Ислам. Механические движения русловых потоков. Вестник Пространство ученых в мире. КНАУ, №1, 2023, с.78-82
5. Исмаилова К.Д., Бозгунов Б. Состояние плотин под влиянием водохранилища. Вестник Пространство ученых в мире. КНАУ, №1, 2023, с.73-77
6. Исмаилова К.Д., Бектенов Э. Учет анизотропии в грунтовых плотинах. Вестник Пространство ученых в мире. КНАУ, №2-3, 2023, с.93-98
7. Исмаилова К.Д., Окмоткулов С. Оценка устойчивости земляных сооружений. Вестник Пространство ученых в мире/2023 №5, с.36-41
8. Жумабаев Б., Исмаилова К.Д. Влияние водохранилища на напряженно-деформированное состояние плотины. Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева №4. - Алма-Ата, 2005. – С. 26-33.
9. Б а я л и е в а Ж . А . , Мусалиева А.М., Алмазов Т. «Современные методы гидроизоляции гидротехнических сооружений.» Вестник КНАУ, №4 (63) 2022, стр.106-110
10. Исмаилова К.Д., Жамангапова А.К. Напряженно-деформированное состояние нагорных плотин. Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. 2015. № 4 (36). С. 27-29.
11. Жамангапова А.К., Итикулов А.М. Устройства скважин на хвостохранилище. Вестник Пространство ученых в мире. 2023. № 1. С. 88-92.