The background is a deep blue gradient with a faint grid pattern. Several stylized atomic models are overlaid, featuring red and white spheres connected by thin lines. The word "SCIENCE" is written in large, bold, blue-outlined letters with a slight 3D effect.

SCIENCE

NEWS

OF EASTERN
TECHNICAL
UNIVERSITIES

Science News of Eastern Technical Universities

Scientific-Technological Journal
Published once a quarter (four times a year)

№(1-4) 2018
(Lublin, Poland)

Established by

Saint Petersburg Universities Alumni Association
(Lublin, Polska)
Samara Technical University (Samara, Russia)
Global Alumni Alliance (Moscow, Russia)

Editor in Chief Deputy

Ewa Hołota

Editor Executive

Franciszek Światała

Secretary

Vadim Yu. Alpatov

Editorial Board:

Stanislav Ya. Galitskov

Doctor of Engineering Science, Professor

Semen A. Piyavskiy

Doctor of Engineering Science, Professor

Alexander K. Strelkov

Doctor of Engineering Science, Professor

Igor S. Kholopov

Doctor of Engineering Science, Professor

Vadim Yu. Alpatov

PhD in Engineering Science, Associate Professor

Scientific Committee:

Mikhail I. Balzannikov

Doctor of Engineering Science, Professor, Russia

Franciszek Swiatała

PhD in Engineering Science, Poland

Muradulla M. Mukhammadiev

Doctor of Engineering Science, Professor, Uzbekistan

Pierre Matar

Doctor of Engineering Science, Professor, Lebanon

Alexander R. Tsyganov

Doctor of Agricultural Science, Professor, Belarus

Plamen Angelov

Doctor of Engineering Science, Professor, Bulgaria

Viktor Elistrator

Doctor of Engineering Science, Professor, Russia

Wiliam Hogland

Doctor of Engineering Science, Professor, Szwecja

Publisher: Stowarzyszenie Absolwentów Uczelni Petersburskich
Headquarters: ul. Ametystowa 2, 20-577 Lublin

Printing house: F.H.U. STEMPEL BB BARBARA BORSUKIEWICZ
ul. Poloniusza 11, 20-711 Lublin
biuro@stempelbb.com

Cover design - Stanisław Filas

Edition of 100 copies

TABLE OF CONTENTS

Свитала Ф.М., Евдокимов С.В.

TESTS OF THE BASIC GATEWAY

Удк 627.8.004.68

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ОСУШЕНИЯ ЗДАНИЯ ГЭС 5

Евдокимов С.В., Селиверстов В.А.

INCREASING EFFICIENCY OF THE WORKING WHEEL
OF A HYDRAULIC TURBINE

УДК 627.8

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ РАБОЧЕГО КОЛЕСА
ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТУРБИНЫ 11

Евдокимов С.В., Орлова А.А.

ANALYSIS OF THE STATE OF HYDROTECHNICAL STRUCTURES

УДК 627.8-192

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ 17

Катков И.А., Шепелев В.А.

FRAME CONCRETE STRUCTURES (REINFORCED CONCRETE

УДК 693

КАРКАСНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ БЕТОНА (ЖЕЛЕЗОБЕТОНА) 23

Карпова В.И.

MODERN EXPERIENCE OF SURVEILLANCE AND CONTROL
ACTIVITIES IN THE FIELD OF WASTE MANAGEMENT IN RUSSIA

УДК 349.6 (470+571)

СОВРЕМЕННЫЕ ОПЫТ НАДЗОРНО-КОНТРОЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В РОССИИ 33

Козинец Галина

DESIGN OF HYDRAULIC GATES

УДК 627.8-192

КОНСТРУКЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ВОРОТ 37

Закирова М.Н., Чуприна Е.В.

FEATURES OF REMOTE ECOLOGICAL EDUCATION
IN RUSSIA

УДК 378.2

ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ

43

Шабанов В.А.

TO THE QUESTION OF CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL
MODELS OF HYDROCHEMICAL INDICES OF RESERVOIRS

УДК 519.24

К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДОХРАНИЛИЩ

47

TESTS OF THE BASIC GATEWAY

УДК 627.8.004.68

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ОСУШЕНИЯ ЗДАНИЯ ГЭС

Evdokimov S.V., Svitala F.M.

Свитала Ф.М., Евдокимов С.В.

Samara State Technical University

Самарский государственный технический университет

Abstract: *The article discusses the main stages of the preparation and testing of the main gate of the spillway structure of a hydroelectric power station. The basic principles of measuring the vibration of the shutter and pressure distributions on the surface of the shutter are described. The process of preparing the main shutter for testing to determine the stresses in the structures, the vibration of the shutter elements, and the magnitude of the efforts in the rod at lifting and lowering operations by placing vibration sensors on the shutter. It is analyzed that for a more accurate experiment the measurement of pressure distribution over the valve surface, it is necessary to repeat the valve openings repeatedly and conduct experiments at significant intervals in order to prevent accidental increase or decrease in pressure. In accordance with the results of the analysis of the raising and lowering of the shutter, recommendations are given for performing a complete hydraulic calculation of the shutters.*

Key words: *hydraulic engineering construction, hydroelectric power station building, spillway structure, hydraulic calculation, shutter.*

Аннотация: *В статье рассмотрены основные этапы подготовки и проведения испытаний основного затвора водосбросного сооружения ГЭС. Описаны основополагающие принципы измерения вибрации затвора и распределений давлений по поверхности затвора. Подробно освещен процесс подготовки основного затвора к проведению испытания для определения напряжений в конструкциях, вибрации элементов затвора и величины усилий в штанге при операциях по подъему и опусканию при помощи размещения вибродатчиков по затвору. Проанализировано что для более точного хода эксперимента измерения распределения давлений по поверхности затвора, необходимо повторять открытия затвора неоднократно и проводить эксперименты через значительные промежутки времени с целью исключения случайного повышения или понижения давления. В соответствии с полученными результатами анализа по*

подъему и опусканию затвора даны рекомендации по производству полного гидравлического расчета затворов.

Ключевые слова: гидротехническое строительство, здание ГЭС, водосбросное сооружение, гидравлический расчет, затвор.

Одним из важных элементов здания ГЭС являются осушающие устройства. Осушающие устройства здания ГЭС включают в себя [1]:

- сливные трубопроводы;
- водоприемные емкости;
- насосные установки;
- системы ручного и автоматического управления и контроля и обеспечивают:
 - удаление воды из проточного тракта агрегатов, донных водосбросов, температурно-осадочных швов, банок грязеспуска;
 - осушение при аварийном затоплении помещений здания ГЭС.

В настоящее время выявляется большее количество допущенных при проектировании, строительстве и эксплуатации недостатков и упущений, которые значительно усложняют эксплуатацию системы [2, 3]. Зачастую отдельные части осушающих устройств не решают поставленных перед ними задач:

- аварийный коллектор включается в работу при достаточно высокой отметке воды в уширенном шве;
- межшпоночное пространство между шпонками осадочных швов заполнено спрессованным строительным мусором. При осадке мастика вытекает через шандорные плиты;
- часть труб осушения швов находится в нерабочем состоянии;
- из-за невозможности полного осушения, мокрая потерна давно не подвергается очистке.
- при затоплении помещений невозможно сбросить воду в аварийный коллектор самотеком;
- запорная арматура трубопроводов осушения теряет герметичность, имеет значительные течи через неплотности.

Реконструкция системы осушения здания ГЭС предполагает [4-6]:

- замену на новую запорную арматуру трубопроводов осушения проточного тракта агрегатов;
- вынесение привода задвижки опорожнения сухой потерны в случае аварийного затопления на более высокую отметку;
- рассмотрение возможности автоматизации запорной арматуры и возможности разработки и привязки системы управления в АСУ ТП ГЭС;
- замену монорельса и грузоподъемных механизмов на новые механизмы;

- предусмотреть возможность понижения уровня воды в мокрой потерне до величины, позволяющей провести её полное техническое освидетельствование;
- разработку мероприятия по очистке мокрой потерны от мусора;
- организовать сброс воды в случае аварийного затопления;
- восстановление работоспособности трубопроводов осушения швов.

При реконструкции оборудования сухой потерны необходима установка на входе со стороны насосной блока монтажной площадки сигнализатора уровня РОС-121, который при подтоплении подает световой сигнал на местный щит управления и на верхний уровень АСУ ТП ГЭС. Также в сухой потерне необходимо произвести замену:

- монорельса и деталей его крепления на новую конструкцию;
- ручных кошек на ручные тали грузоподъемностью 1 т.

Для осушения мокрой потерны необходимо определение фактических протечек вследствие того, что ремонтные мероприятия должны проводиться тогда, когда нет осушенных агрегатов, и величина протечек в мокрую потерну минимальная [7]. Определение величины фактических протечек в мокрую потерну при одном осушенном гидроагрегате определяется с использованием формул (1) и (2).

Мощность, забираемая электродвигателем из электрической сети, определяется:

$$N_{\dot{\gamma}} = \frac{\sqrt{\zeta} \times A \times U \times \cos \varphi}{1000}, \quad (1)$$

где A - ток обмотки двигателя, А; U - номинальное напряжение, В; $\cos \varphi$ - коэффициент мощности.

Мощность на валу насоса, определяется:

$$N_H = N_{\dot{\gamma}} \times \eta_{\dot{\gamma}}. \quad (2)$$

Для самотечного осушения температурно-осадочных швов при заполнении их фильтрующей через бетон и шпонки водой каждый шов оснащен четырьмя трубопроводами. Эти трубопроводы выходят в мокрую потерну здания ГЭС. Задвижки трубопроводов осушения швов располагаются в сухой потерне здания ГЭС. Зачастую ходе продолжительной эксплуатации сооружения дренажные трубы засоряются или выходят из строя. Восстановление работоспособности трубопроводов осушения швов, осуществляется путем прокладки параллельно существующему трубопроводу нового дренажа, так как очистка старых труб очень

трудоемкая операция и к тому же не гарантирует положительного результата [8-10].

В результате вышесказанного можно заключить следующее, что для недопущения недостатков монтажа и приемки из монтажа необходимо осуществлять:

1. Авторский надзор при проведении реконструкции насосного хозяйства мокрой потерны здания ГЭС.
2. Строгое соблюдение соответствующих требований ГОСТ.
3. Проведение окончательной оценки качества выполненных монтажных работ.
4. В период опытной эксплуатации должны быть проведены приемочные испытания насоса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидротехнических сооружений*. Самара: Издательский дом «Агни». Книга 1. 2010. 360 с.
2. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидромеханического оборудования*. Самара: Издательский дом «Агни». Книга 2. 2011. 424 с.
3. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация электротехнического оборудования*. Самара: Издательский дом «Агни». Книга 2. 2012. 544 с.
4. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация средств релейной защиты и автоматизированного управления*. Самара: НП «Гидроэнергетика России». Книга 4. 2013. 448 с.
5. Бальзанников М.И., Холопов И.С., Соловьев А.В., Лукин А.О. *Применение стальных балок с гофрированной стенкой в гидротехнических сооружениях*. Вестник МГСУ. 2013. № 11. С. 34-41.
6. Бальзанников М.И., Иванов М.В. *Гидротурбина для мини-ГЭС*. Вестник МГСУ. 2013 № 12. С. 139-147.
7. Бальзанников М.И., Зубков В.А., Кондратьева Н.В., Хуртин В.А. *Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций сооружений Жигулёвской ГЭС*. Гидротехническое строительство. 2013. № 6. С. 21-27.
8. Романов А.А., Евдокимов С.В. *Результаты исследования колебаний бетонных частей секций Жигулевской ГЭС*. Научное обозрение. № 7. С. 188-194. (2015)
9. Леонов О.В., Романов А.А., Евдокимов С.В. *Анализ сейсмических условий района расположения Жигулевской ГЭС*. Вестник СГАСУ. № 2. 2011. С. 109-114.
10. Романов А.А., Леонов О.В., Евдокимов С.В. *Сейсмостойкость грунтов основания и конструкций основных сооружений Жигулевской ГЭС*. Вестник СГАСУ. № 4. 2011. С. 66-72.

Об авторах (about authors):

Свитала Францишек Марян

к.т.н. инж., профессор кафедры природоохранного и гидротехнического строительства АСА СамГТУ.
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: Franciszek.switala@gmail.com

Switala Franciszek M.

PhD in Technological Sciences, professor, head of the department of nature protection and hydrotechnical construction ASA SamGTU.
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244
E-mail: franciszek.switala@gmail.com

Евдокимов Сергей Владимирович

к.т.н., доцент, заведующий кафедрой природоохранного и гидротехнического строительства АСА СамГТУ.
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: sali5@mail.ru

Evdokimov Sergey V.

PhD in Technological Sciences, associate professor, head of the department of nature protection and hydrotechnical construction ASA SamGTU.
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244
E-mail: sali5@mail.ru

INCREASING EFFICIENCY OF THE WORKING WHEEL OF A HYDRAULIC TURBINE

УДК 627.8

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТУРБИНЫ

Evdokimov S.V., Seliverstov V.A.
ЕВДОКИМОВ С.В., Селиверстов В.А.

Samara State Technical University
Самарский государственный технический университет

Abstract: *As you know, cavitation erosion affects the mode of operation of hydropower plants, destroys the surface of the water supply path and affects the efficiency, as well as the generation of electricity. The most common cavitation damage is observed on the water supply paths of hydropower plants, which have a poorly streamlined shape, various protrusions and irregularities in the movement of the water stream. One of the methods of full-scale observation of cavitation erosion is the method of obtaining high-speed cavitation erosion of metal plates, which has low resistance to the mechanical effect of cavitation. Application of the method makes it possible to determine the degree and intensity of erosion under various operating modes of hydropower plants. The article presents the results of studying the process of cavitation erosion on the blades of the impellers of the Zhigulevskaya hydroelectric power station. Cavitation tests were carried out for three characteristic operating modes, with justification of the technological features of the field operation of hydraulic turbine units. The results of field and laboratory cavitation tests of hydraulic turbine elements are presented, which are laid down in the recommendation for repair and restoration of damage to hydraulic units of the Zhigulevskaya hydroelectric station.*

Keywords: *cavitation erosion, water supply path of a hydropower installation, impeller of a hydraulic turbine, field and laboratory tests*

Аннотация: *Как известно кавитационная эрозия влияет на режим работы гидроэнергетических установок, разрушает поверхности водопроводящего тракта и влияет на коэффициент полезного действия, а так же на выработку электроэнергии. Наиболее распространенные кавитационные повреждения наблюдаются на водопроводящих трактах гидроэнергетических установок, имеющих плохо обтекаемую форму, различные выступы и неровности по движению водного потока. Один из методов натурных наблюдений за кавитационной эрозией является*

метод получения скоростной кавитационной эрозии пластин металла, обладающего низким сопротивлением механическому воздействию кавитации. Применение метода дает возможность определить степень и интенсивность эрозии при различных режимах работы гидроэнергетических установок. В статье представлены результаты изучения процесса кавитационной эрозии на лопастях рабочих колес Жигулевской гидроэлектростанции. Кавитационные испытания проведены для трех характерных режимов эксплуатации, с обоснованием технологической особенности натурной эксплуатации гидротурбинных установок. Приведены результаты натурных и лабораторных кавитационных испытаний элементов гидротурбины, которые положены в рекомендации по ремонту и восстановлению поврежденных гидроагрегатов Жигулевской ГЭС.

Ключевые слова: кавитационная эрозия, водопроводящий тракт гидроэнергетической установки, рабочее колесо гидравлической турбины, натурные и лабораторные испытания.

Эксплуатация гидроэнергетических сооружений тесно связана с возникающей при работе гидроагрегатов проблемой кавитационной эрозии в проточных трактах гидроэнергетических установок. Вопросами изучения способов борьбы с кавитационным разрушением стали заниматься с 20-х годов прошлого века [1-4].

Причин возникновения кавитационной эрозии много, одной из них является механическое воздействие водного потока в проточных трактах гидроэнергетических установок [5-7].

Кавитационная эрозия влияет на режим работы гидроэнергетических установок, разрушает поверхности водопроводящего тракта и влияет на коэффициент полезного действия и выработку электроэнергии.

Разрушение кавитационной эрозией поверхностей элементов водопроводящего тракта и рабочего колеса влияет на режим работы гидроэнергетических установок, коэффициент полезного действия и на выработку электроэнергии.

Наиболее распространенные кавитационные повреждения наблюдаются на водопроводящих трактах гидроэнергетических установок, имеющих плохо обтекаемую форму, различные выступы и неровности по движению водного потока. Срывные кавитации образуются в начальной стадии на осях вращения вихрей, а каверны срывной кавитации развиваются с периодом, подчиняющимся закону Струхала.

Один из методов натурных наблюдений за кавитационной эрозией является метод получения скоростной кавитационной эрозии пластин металла, обладающего низким сопротивлением механическому воздействию кавитации. Применение метода дает возможность

определить степень и интенсивность эрозии при различных режимах работы гидроэнергетических установок.

Методика проведения натуральных кавитационных испытаний методом скоростной эрозии такая же, как и при лабораторных исследованиях. На остановленном агрегате с осушенной проточной частью турбины производится наклейка алюминиевых пластин. После сушки на воздухе в течение двух суток пластины освобождаются от струбцин, агрегат запускается и выбирается соответствующая мощность для проведения первого режима испытаний. Между пуском агрегата и выбором требуемой мощности должно быть минимальное время для того, чтобы переходные режимы не оставили на пластинах кавитационных следов. Такое же требование существует и для остановки агрегата после окончания испытаний. После окончания режима агрегат должен быть сразу остановлен.

Анализ лабораторных и натуральных кавитационных исследований на примере агрегата Жигулевской гидроэлектростанции показал, интенсивность кавитационной эрозии одинакова как для натуральных, так и для лабораторных исследований. В пограничном слое существует свое движение, связанное с движением основного потока. На пузырьки воздуха влияет движение воды, и они перемещаются вдоль пограничного слоя.

На увеличенные размеры кавитационных пузырьков натурной турбины указывает ультразвуковой шум, замеренный в процессе кавитационных испытаний. На натурной турбине частота шума более низкая, чем на модели

Отдельное внимание стоит уделить на выявленную при испытаниях закономерность изменения интегральной интенсивности кавитационных излучений при одинаковых напорах, но различных отметках нижнего бьефа. С уменьшением высоты отсасывания (при более высоких отметках нижнего бьефа), интенсивность кавитационных излучений в зоне активной кавитации при одинаковых напорах не уменьшается, а увеличивается. Это объясняется тем, что с поднятием отметки нижнего бьефа начало развития кавитации наступает позже, интенсивность кавитации продолжает расти, а с подъемом уровня нижнего бьефа увеличивается давление в зоне смыкания кавитационных каверн.

При выборе турбины и типа рабочего колеса, а также высоты отсасывания учитывалась необходимость обеспечения бескавитационных условий работы во всех режимах. Это требует значительного понижения отметки расположения турбины относительно нижнего бьефа [8-10].

Исследования других режимов показали увеличение мест кавитационной эрозии, причём, интенсивность кавитационной эрозии оставалась прежней, а площадь зоны кавитации увеличилась до 0,225 м², дополнительно прибавились новые зоны эрозии.

Появление кавитационных разрушений деталей турбины при правильной эксплуатации и прочих равных условиях будут зависеть от кавитационной стойкости материалов из которых произведена гидротурбина. Применение для гидротурбины кавитационностойких материалов способствует увеличению срока эксплуатации гидротурбины и удлинению межремонтного периода. Хотя своевременное проведение ремонтных работ позволяет предупредить возникновение значительных разрушений, уменьшает сроки и объемы ремонтных работ.

Результаты кавитационных исследований рабочих колес гидротурбины показали, что наиболее стойкими к эрозии являются лопасти, отлитые из нержавеющей стали 20Х13 НЛ, которые могут работать в течение всего срока между кавитационными ремонтами гидроагрегата. За этот период могут появиться повреждения периферийных и выходных кромок глубиной до 150 мм. Эти повреждения ремонтируются в камере рабочего колеса при развернутом положении лопастей. Если зазоры между лопастями и камерой приобретают пилообразную форму, и ремонт наплавкой невозможен, то для их восстановления можно применить специальную вставку. Участок лопасти отрезают и к лопасти в этом месте приваривают вставку.

В случае применения для камеры рабочего колеса материалов кавитационно нестойких, приходится при эксплуатации производить трудоемкие ремонтные работы, связанные с расходом большого количества высоколегированных сталей и электродов, а так же нести дополнительные затраты на производство ремонтных работ. Ремонт камеры рабочего колеса производится аналогично ремонту лопастей и корпуса, который включает в состав работ следующие: подготовительные работы, удаление разрушенного металла, восстановление первоначальной формы поверхности, наплавка защитного слоя.

В результате проведенных исследований процесса кавитационной эрозии на лопастях рабочих колес Жигулевской гидроэлектростанции, дают возможность, определить степень и интенсивность эрозии при различных режимах работы гидроэнергетической установки. Кавитационные испытания проведены для трех характерных режимов эксплуатации, с обоснованием технологической особенности натурной эксплуатации гидротурбинных установок. Приведенные результаты натурных и лабораторных кавитационных испытаний элементов гидротурбины, положены в рекомендации по ремонту и восстановлению повреждений гидроагрегатов Жигулевской ГЭС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидротехнических сооружений*. Самара: Издательский дом «Агни». Книга 1. 2010. 360 с.

2. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидромеханического оборудования*. Самара: Издательский дом «Агни». Книга 2. 2011. 424 с.
3. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация электротехнического оборудования*. Самара: Издательский дом «Агни». Книга 2. 2012. 544 с.
4. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация средств релейной защиты и автоматизированного управления*. Самара: НП «Гидроэнергетика России». Книга 4. 2013. 448 с.
5. Бальзанников М.И. *Водоприемные устройства секционного типа гидроэнергетических установок*. Вестник Отделения строительных наук РААСН. Вып. 16. Том 2. С. 209-214. (2012)
6. Бальзанников М.И., Зубков В.А., Кондратьева Н.В., Хуртин В.А. *Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций сооружений Жигулёвской ГЭС*. Гидротехническое строительство. № 6. С. 21-27. (2013)
7. Бальзанников М.И., Иванов М.В. *Гидротурбина для мини-ГЭС*. Вестник МГСУ. № 12. С. 139-147. (2013)
8. Evdokimov S.V., Romanov A.A. *The investigation of soils in the Zhiguli Hydroelectric Station foundation contact area*. Procedia Engineering. Т. 111. С. 183-187. (2015)
9. Бальзанников М.И., Евдокимов С.В. *Общие направления и проблемы совершенствования конструкций технических систем*. Современные проблемы совершенствования и развития металлических, деревянных, пластмассовых конструкций в строительстве и на транспорте. Материалы Международной науч.-тех. конф. Самара. С. 78. (2002)
10. Бальзанников М.И., Иванов Б.Г., Михасек А.А. *Система управления состоянием гидротехнических сооружений*. Вестник МГСУ. № 7. С. 119-124. (2012)

Об авторах (about authors):

Евдокимов Сергей Владимирович

к.т.н., доцент, заведующий кафедрой природоохранного и гидротехнического строительства АСА СамГТУ.

443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: sali5@mail.ru

Evdokimov Sergey V.

PhD in Technological Sciences, associate professor, head of the department of nature protection and hydrotechnical construction ASA SamGTU.

443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244

E-mail: sali5@mail.ru

Селиверстов Владимир Александрович

к.т.н., доцент, доцент кафедры природоохранного и гидротехнического строительства АСА СамГТУ.

443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: v.a.seliverstoff@yandex.ru

Seliverstov Vladimir A.

PhD in Technological Sciences, associate professor, associate professor of nature protection and hydrotechnical construction ASA SamGTU.

443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244

E-mail: v.a.seliverstoff@yandex.ru

ANALYSIS OF THE STATE OF HYDROTECHNICAL STRUCTURES

УДК 627.8-192

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Evdokimov S.V., Orlova A.A.
ЕВДОКИМОВ С.В., Орлова А.А.

Samara State Technical University
Самарский государственный технический университет

Abstract: *Currently, the main control over the state of the main hydraulic structures of hydroelectric power plants is carried out according to observations of the control and measuring equipment installed on the structures themselves and in their foundations, as well as according to the results of systematic inspections and inspections conducted by both the personnel of the power plant and invited experts. The article considers the analysis of the state of hydraulic structures of the Zhigulevskaya hydroelectric station. According to the results of the work, it was found that the antifiltration elements of the underground contour of the HPP building turned out to be insufficiently effective for specific geological conditions of the base from the point of view of damping the filtration head. The main pressure drop at the base occurs on the upper tooth of the HPP building, i.e. in this zone there is a maximum gradient of filtration, which is very dangerous and this process must be monitored carefully. In the process, it was found that several piezometers in the base do not work or their readings are in great doubt, therefore, repair, and somewhere and replacement of these piezometers, is required. In the future, it is necessary to equip the main piezometers of the HPP building with remote meters of the water level and create an automated system for interrogating and monitoring the condition of the base on their basis.*

Key words: *hydrotechnical structures of hydroelectric power stations, instrumentation, operability, deformation of the hydroelectric power station building, antifiltration device.*

Аннотация: *В настоящее время основной контроль над состоянием основных гидротехнических сооружений ГЭС, осуществляется по данным наблюдений за контрольно-измерительной аппаратурой, установленной на самих сооружениях и в их основаниях, а так же по результатам систематических осмотров и обследований, проводимых как персоналом*

электростанции, так и приглашёнными экспертами. В статье рассматривается анализ состояния гидротехнических сооружений Жигулёвской ГЭС. По результатам работы было установлено, что противифльтрационные элементы подземного контура здания ГЭС оказались для конкретных геологических условий основания недостаточно эффективными с точки зрения гашения фильтрационного напора. Основное падение напора в основании происходит на верховом зубе здания ГЭС, т.е. в этой зоне наблюдается максимальный градиент фильтрации, что является весьма опасным и за этим процессом необходимо особо тщательно следить. В процессе работы было выявлено, что несколько пьезометров в основании не работают или их показания вызывают большие сомнения, поэтому требуется ремонт, а где-то и замена этих пьезометров. В дальнейшем необходимо основные пьезометры здания ГЭС оснастить дистанционными измерителями уровня воды и создать на их базе автоматизированную систему опроса и контроля состояния основания.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения ГЭС, контрольно-измерительная аппаратура, работоспособность, деформация здания ГЭС, противифльтрационное устройство.

Основной контроль над состоянием основных гидротехнических сооружений ГЭС, осуществляется по данным наблюдений за контрольно-измерительной аппаратурой, установленной на самих сооружениях и в их основаниях. Кроме этого, контроль проводится по результатам систематических осмотров и обследований, проводимых как персоналом электростанции, так и приглашёнными экспертами.

В результате анализа результатов натуральных наблюдений и обследований квалифицированные эксперты делают заключение о состоянии гидротехнических сооружений.

Одним безусловным фактором во всех случаях является то, что анализ состояний сооружений квалифицированными экспертами должен выполняться каждые пять лет. В этом анализе помимо оценки состояния самих сооружений должна даваться оценка надёжности и достоверности, получаемых по контрольно-измерительной аппаратуре результатов, а так же достаточная работоспособность самой контрольно-измерительной аппаратуры [1].

Рассмотрим, как осуществляется контроль над состоянием гидротехнических сооружений на Жигулёвской ГЭС. Последний анализ состояния гидротехнических сооружений Жигулёвской ГЭС проводился в 1991 году. За прошедший с этого момента период на гидроэлектростанции начала внедряться компьютерная информационно-диагностическая система контроля состояния сооружений. Внедрение этой системы вызвало

необходимость обратить самое серьёзное внимание на достоверность получаемых с помощью контрольно-измерительной аппаратуры результатов, так как именно по ним система контролирует состояние сооружений [2, 3].

Здание ГЭС расположено у правого берега реки Волги и основанием врезано в коренные породы древнего оврага, образованного в результате размыва Жигулёвского массива.

Противофильтрационными устройствами здания Жигулевской ГЭС являются фундаментная плита с зубом и шпунтовым рядом, а так же анкерный понур. Шпунтовой ряд сопрягается со шпунтовыми рядами право- и левобережных подпорных стенок, препятствуя тем самым обходной фильтрации. Для отвода фильтрационных вод и снятия фильтрационного давления за верховым зубом здания станции устроен дренаж, сообщающийся с нижним бьефом.

Основание под зданием ГЭС неоднородно: секции 1 – 6 расположены на овражной части, где здание ГЭС своим верховым зубом врезается в плотные кинельские глины. В русловой части, где гребень кинельских глин расположен глубже, верховой зуб опирается на относительно более водопроницаемые четвертичные миндель-рисские отложения грунтов [4-6].

Для контроля фильтрационного режима в основании здания станции и в сопряжении с подпорными стенками было установлено 186 пьезометров. Одна группа пьезометров контролирует работу входного участка здания ГЭС: анкерного понура, зуба СУС и верхового зуба фундаментной плиты здания ГЭС. Вторая группа приборов контролирует фильтрационное давление на фундаментную плиту здания ГЭС.

Для контроля деформации здания ГЭС и сопрягающих устройств было установлено 366 осадочных марок (в настоящее время действует 361) 84 щелемера (действует 76) и 23 створных знака (действует 30).

Как известно, противофильтрационный контур здания ГЭС создавался фундаментной плитой сороудерживающего сооружения с зубом и шпунтовым рядом, анкерным понуром и верховым зубом здания ГЭС [7, 8].

Наблюдения по пьезометрам, контролирующим фильтрационный режим на входном участке, под зданием ГЭС показали, что эффективность этого участка с точки зрения снижения напора была невелика. Так, за верховым шпунтом для секции 1, 5, 6, 7 падение напора было в пределах от 20 до 30 %. В пределах секций 3-4 измеренные пьезометрами уровни воды за шпунтом были равны уровням воды в водохранилище, т.е. гашение напора не происходило. Наибольшее гашение напора на верховом шпунте наблюдалось в районе секции 8, 9 и 10 и составляло 30-40 % от напора. Основное снижение напора в основании происходило на верховом зубе

здания ГЭС. Это вполне закономерно, т.к. за верховым зубом располагался дренаж, имеющий прямой выход в нижний бьеф.

Таким образом, конструктивные элементы противofильтрационного контура на входном участке здания ГЭС для конкретных геологических условий не были достаточно эффективны с точки зрения гашения фильтрационного напора.

Как показали исследования, наибольшее гашение напора на понурном участке здания ГЭС наблюдается по секциям 7,8 и 9. Следовательно, в основании этих секций под верховым зубом здания наблюдается минимальный градиент напора.

Максимальный градиент напора наблюдается в основании секций 3 и 4, и он несколько меньший в основании секций 5 и 10. Для секций 3, 4 он составляет 0,82-0,85, для секций 5, 10 – 0,6 и 0,9 соответственно.

Предельно допустимые градиенты для суглинка составляют величину 0,8, а для глин 1,35. Так как зона секций 1-4 здания ГЭС своим верховым зубом врезана в плотные кинельские глины, измеренный градиент напора не превышает допустимых значений. Однако следует иметь в виду, что непосредственно под зубом нет пьезометров, поэтому считать градиент на длине между пьезометрами П3 и П4 или П3 и дренажом можно только предположительно. В действительности уровень воды, измеренный пьезометром П3, может наблюдаться гораздо ближе к дренажу, например, непосредственно под зубом. В результате фактический градиент напора будет существенно больше приведенного.

Всё это обуславливает необходимость обеспечения постоянного особо тщательного контроля над пьезометрами в основании секций 3, 4, 5 и 10.

Таким образом, все данные наблюдений, подтверждают, что наибольшую опасность с точки зрения обеспечения фильтрационной устойчивости основания представляет зона под верховым зубом секций 3, 4, 5 и 10 здания ГЭС. Основным контролирующим параметром для этой зоны должен быть градиент фильтрационного напора, измеряемый между пьезометрами П3 и П4.

Представляет интерес анализ изменения пьезометрических уровней, измеренных приборами в периоды эксплуатации. Показания пьезометров П1, П2 и П3 колеблются в соответствии с изменениями верхнего бьефа. Уровни в пьезометре П4, а так же пьезометрах П7, П8, П9 и П10 изменяются синхронно с колебаниями уровней нижнего бьефа.

В основном показания контролирующих пьезометров (П1, П2, П3, П4) за весь период эксплуатации имеют горизонтальную аппроксимацию, т.е. за исключением колебаний, связанных с изменениями уровней ВБ и НБ, они не изменяются во времени. Исключения составляют показания пьезометров П2 и П3 в секциях 1 и 2. За последние 35 лет показания пьезометра П2 под этими секциями снижались с интенсивностью 0,1 м/год, показания пьезометра П3 – с интенсивностью 0,2 м/год.

Если эти данные достоверны, то подобное снижение свидетельствует о кольматации фильтрационных путей в понурной части основания этих секций, что в свою очередь обеспечивает снижение фильтрационных градиентов в зоне верхового зуба.

Обратная картина – рост пьезометрических уровней наблюдается по пьезометру ПЗ в основании секций 7 и 9, интенсивность роста составляет 0,1 м/год, что свидетельствует о росте градиента напора под верховым зубом здания ГЭС. Этот процесс для указанных секций не представляет опасности, т.к. градиенты фильтрационного напора по ним находятся в пределах 0,2-0,28, что существенно ниже допустимых значений [9, 10].

Анализ данных наблюдений по пьезометрам показал, что в основном они работоспособны и обеспечивают получение достоверной информации. Однако имеется ряд пьезометров, требующих проверки и ремонта: П4 в секциях 3, 5 (большой разброс показаний) и 2, 6, П5 в секции 6 и П7 в секциях 1 и 7.

На основании вышесказанного, можно заключить, что основными пьезометрами, определяющими надежность противофильтрационных устройств всего здания ГЭС являются ПЗ и П4. Однако особое внимание должно быть уделено пьезометрам в секциях 3, 4, и 10. В дальнейшем необходимо основные пьезометры здания ГЭС оснастить дистанционными измерителями уровня воды и создать на их базе автоматизированную систему опроса и контроля состояния основания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидротехнических сооружений*. Самара: Издательский дом «Агни». Книга 1. 2010. 360 с.
2. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидромеханического оборудования*. Самара: Издательский дом «Агни». Книга 2. 2011. 424 с.
3. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация электротехнического оборудования*. Самара: Издательский дом «Агни». Книга 2. 2012. 544 с.
4. Романов А.А. *Жигулевская ГЭС. Эксплуатация средств релейной защиты и автоматизированного управления*. Самара: НП «Гидроэнергетика России». Книга 4. 2013. 448 с.
5. Бальзанников М.И. *Водоприемные устройства секционного типа гидроэнергетических установок*. Вестник Отделения строительных наук РААСН. Вып. 16. Том 2. С. 209-214. (2012)
6. Бальзанников М.И., Зубков В.А., Кондратьева Н.В., Хуртин В.А. *Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций сооружений Жигулёвской ГЭС*. Гидротехническое строительство. № 6. С. 21-27. (2013)
7. Бальзанников М.И., Иванов М.В. *Гидротурбина для мини-ГЭС*. Вестник МГСУ. № 12. С. 139-147. (2013)

8. Евдокимов С.В., Дормидонтова Т.В. Оценка надежности гидротехнических сооружений // *Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура*. 2012. № 1. С. 49-53.
9. Бальзанников М.И., Евдокимов С.В., Галицкова Ю.М. Водоприемные устройства гидроэнергетических установок с внутренними потоконаправляющими элементами водного потока // *Природоохранные и гидротехнические сооружения: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специалистов. Материалы Международной научно-технической конференции*. Самара: СГАСУ. 2014. С. 52-55.
10. Бальзанников М.И., Родионов М.В., Сеницкий Ю.Э. *Повышение эксплуатационной надежности низконапорных гидротехнических объектов с грунтовыми плотинами*. Приволжский научный журнал. № 2. С. 35-40. (2012)

Об авторах (about authors):

Евдокимов Сергей Владимирович

к.т.н., доцент, заведующий кафедрой природоохранного и гидротехнического строительства АСА СамГТУ.

443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: sali5@mail.ru

Evdokimov Sergey V.

PhD in Technological Sciences, associate professor, head of the department of nature protection and hydrotechnical construction ASA SamGTU.

443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244

E-mail: sali5@mail.ru

Орлова Алла Алексеевна

доцент кафедры природоохранного и гидротехнического строительства АСА СамГТУ

443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: allaorlova5@mail.ru

Orlova Alla A.

associate professor of nature protection and hydrotechnical construction ASA SamGTU.

443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244

E-mail: allaorlova5@mail.ru

FRAME CONCRETE STRUCTURES (REINFORCED CONCRETE)

УДК 693

КАРКАСНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ БЕТОНА (ЖЕЛЕЗОБЕТОНА)

Katkov I.A., Shepelev V.A.
Катков И.А., Шепелев В.А.

Samara State Technical University
Самарский государственный технический

The article describes the operation of retaining walls of the muzzle type. A comparative analysis of the most famous structural solutions of the retaining walls of the threaded type is carried out. A hypothesis is proposed for the use of a towed structure made of reinforced concrete (concrete) as a frame construction of slopes. A promising direction for improving this type of construction of shore protection structures is determined.

Key words: *threaded structures, reinforced concrete structures of the threaded type, cellular structures made of large-porous concrete.*

В статье описана работа подпорных стен ряжевого типа. Выполнен сопоставительный анализ наиболее известных конструктивных решений подпорных стен ряжевого типа. Предложена гипотеза применения ряжевой конструкции из железобетона (бетона) в качестве каркасной конструкции откосов. Определено перспективное направление совершенствования данного типа конструкции берегоукрепительных сооружений.

Ключевые слова: *ряжевые конструкции, железобетонные конструкции ряжевого типа, ячеистые конструкции из крупнопористого бетона.*

При освоении новых территорий и их благоустройстве остро встает вопрос об инженерных сооружениях организации окружающего пространства частным случаем таких сооружений являются подпорные стены, основным назначением которых является удержание грунтовых склонов от обрушения. Главная функция подпорной стены удержать грунт склона, увеличивая полезную площадь востребованной территории, в результате подпорные стены получили широкое применение в различных отраслях строительства, среди которых промышленное, гидротехническое, мелиоративное.

В качестве берегоукрепительных сооружений и креплений откосов

в настоящее время широкое применение получили подпорные стены [1, 2]. Известные решения, как правило, имеют высокие трудозатраты при изготовлении. Им также требуется привлечение значительного объёма дорогостоящих материалов и оборудования. Кроме того, без дополнительных решений конструкция не способна пропускать через свой массив воду. Рассмотрев решения, компенсирующие описанные выше недостатки, был сделан вывод о том, что до настоящего времени отсутствует универсальная конструкция, способная сочетать в себе большинство положительных сторон.

Среди известных решений следует выделить подпорные стены ряжевого типа. Ряжевые конструкции предпочтительны по сравнению с другими, так как имеют незначительный расход материала, хорошую устойчивость, простоту изготовления и монтажа.

В обычном понятии ряж – это вертикальная или наклонная клетка, произведенная из брусьев или бревен. Она имеет квадратную или прямоугольную форму и заполняется камнем или грунтом. Ряжи предназначаются для создания временных строительных перемычек при больших глубинах и быстром течении воды, а также для строительства береговых устоев, бычков и устройства оснований плотин.



Рис. 1. Ряж

Ряжевые (деревянные) фундаменты устраивают в тех случаях, когда твёрдый грунт основания не позволяет произвести забивку

свай или, наоборот, когда грунты основания очень слабые (ил, торф) (рис.1). При размещении ряжа на слабом грунте его выполняют с дном, предотвращающим проседание; при твёрдых и скалистых грунтах дно отсутствует. В гидротехнических сооружениях высота ряжа по возможности должна быть такой, чтобы дерево постоянно находилось под водой для предотвращения его гниения, поэтому высота ряжевых фундаментов определяется положением самого низкого уровня воды.

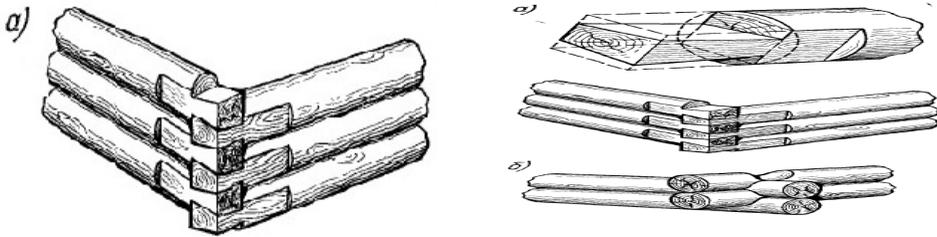


Рис. 2 Угол сруба выполненный: а) без остатка («в лапу»); б) с остатком

Короткие стороны ряжа собирают из цельных брёвен, длинные стороны могут быть собраны из сращенных брёвен. В местах пересечения брёвна соединяют в основном двумя способами — без остатка («в лапу») и с остатком (рис.2). Рубка с остатком проще, чем в лапу, но выступающие концы брёвен в некоторых случаях недопустимы. Например, в опорах мостов, служащих также ледорезами, выступающие концы расширяют режущую кромку и повышают вероятность её повреждения идущим льдом. Для наружных стенок фундаментов пристаней выступающие концы брёвен также недопустимы, так как могут повредить корпус причаливающего судна.

В плане ряж в большинстве случаев представляет собой прямоугольник. Ряжи в основании речных мостов, выполняющие функции ледорезов, можно изготавливать трёх-, четырёх-, пятигранной и более сложной формы, располагая их острым углом навстречу течению реки.

Стенки ряжей делают большей частью вертикальными, однако когда необходимо придать деревянному ряжу большую устойчивость, стенки возводят наклонными или уступчатыми; в последнем случае уступы могут быть расположены с одной или с двух сторон.

Различают три вида сборки и установки ряжей:

- на суше, на месте установки;
- на льду у места установки;
- на берегу (на стапеле) с достройкой на плаву (СП 80.13330.2011 «Гидротехнические сооружения речные»).

Первый способ применяется при сооружении наземных ряжевых

конструкций и в целом не отличается от сооружения других бревенчатых построек. Второй и третий виды относятся к процессу постройки подводных ряжевых сооружений, что требует решения ряда специфических задач.

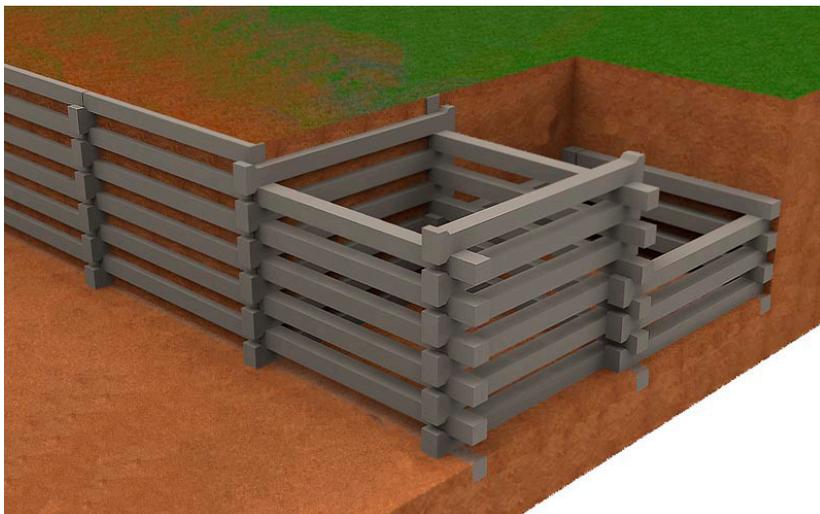


Рис. 3. Сборная железобетонная подпорная стена ряжевого типа

Железобетонные конструкции ряжевого типа являются одними из самых экономичных для возведения, к примеру, подпорных стен, защищающих от оползания откосы насыпей, тоннелей, причалов, мостов (рис.3). Железобетонные ряжи состоят из продольных брусьев квадратного сечения и поперечных анкерных брусьев с выступами на концах. Брусья образуют в плане прямоугольные клетки, заполняемые в дальнейшем грунтом. В такой конструкции продольные наружные брусья под действием давления грунта испытывают изгиб, а поперечные анкерные балки воспринимают растягивающие усилия.

В случае использования в ряжевых конструкциях не деревянного каркаса, а каркаса из железобетона получаем конструкцию, не восприимчивую к воздействию живых организмов [3].

Предложенная конструкция будет актуальна для защиты склонов от обрушения в качестве берегового укрепления на внутренних водоёмах, в частности в причальных конструкциях и набережных берегоукрепления. Каркасом конструкции будут выступать блоки из бетона или железобетона [4, 5, 6], отлитые и привезённые на место строительства с завода-изготовителя.

Ниже приводится вариант конструктивного решения, разработанный авторами статьи и имеющий ряд преимуществ в сравнении с уже известными. В каждом блоке предусматриваются пазы для продевания арматуры с целью скрепления общей массы блоков между собой. Это придаст проектируемой конструкции большую устойчивость и

предотвратит её расслоение из-за действующих нагрузок [7, 8].

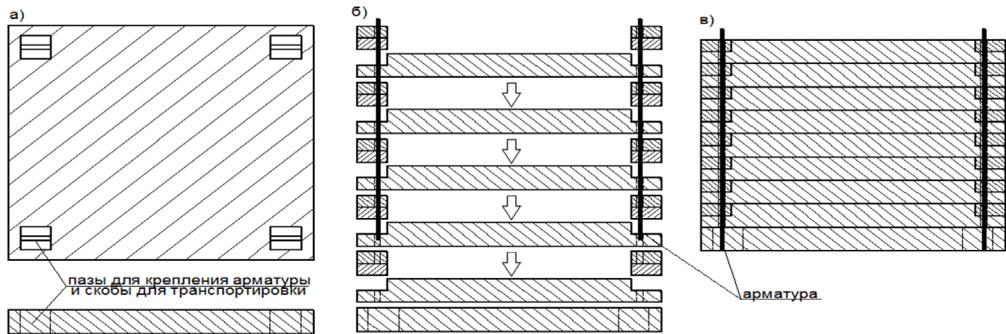


Рис. 4. Схематичное изображение: а) блока основания; б) сборки каркаса; в) каркас в сборе (разработано авторами)

Отдельное внимание уделяется блоку основания (изготавливается для возведения на мягких грунтах) (рис. 4). Эта конструктивная часть отливается отдельно и представляет собой плиту из бетона с имеющимися четырьмя прорезями. В них находятся скобы, служащие креплениями для транспортировки и монтажа.

Внутренняя полость собранного каркаса остается пустой либо заполняется фракцией крупного камня (рис. 5).

Разница в двух случаях заключается в том, что пустотелая конструкция играет роль сооружения, после использования которой возможен демонтаж и транспортировка на новое место.

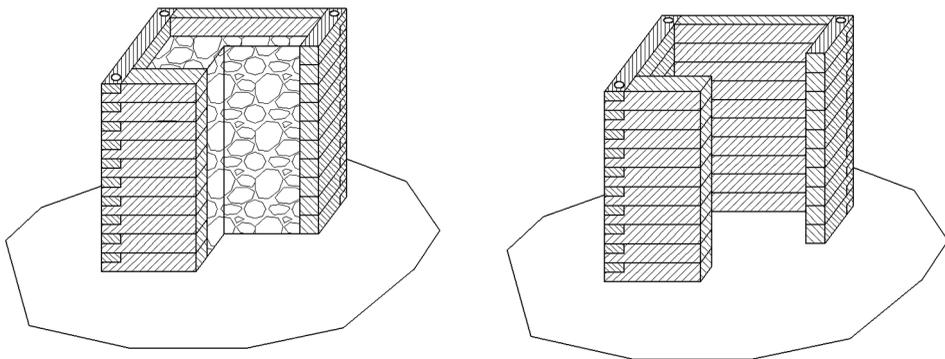


Рис. 5. Схематичное изображение предложенной конструкции (разработано авторами)

Конструктивно предложенное сооружение может быть двух типов: без дна (для возведения на твёрдых грунтах) (рис. 6); с дном (для возведения на мягких грунтах) (рис. 7).

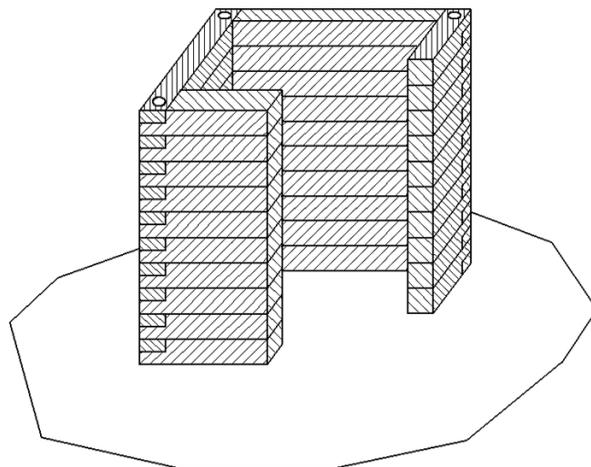


Рис. 6. Конструкция коробчатого типа из бетона (Без дна) (разработано авторами)

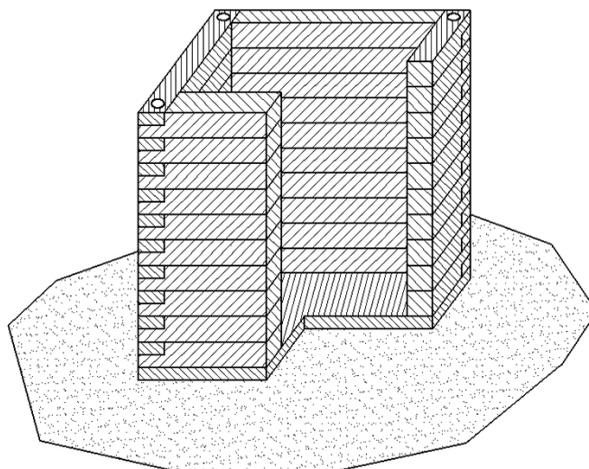


Рис. 7. Конструкция коробчатого типа из крупнопористого бетона (С дном) (разработано авторами)

Данные конструкции коробчатого типа являются более эффективными среди известных в качестве берегоукрепительного сооружения. Целью дальнейшего научного исследования является поиск более совершенной конструкции подпорной стены ряжевого типа.

Сравнение вариантов конструкций

| Наименование конструкции | Достоинства | Недостатки | Пример |
|--------------------------|-------------|------------|--------|
|--------------------------|-------------|------------|--------|

| | | | |
|---|---|--|----------------|
| <p>Ряжевые (деревянные) конструкции</p> | <p>1. Применяется, когда твердый грунт основания не допускает забивки свай или же при очень слабых грунтах основания. 2. Три вида сборки (две на месте установки, одна с доставкой)</p> | <p>1. Подвержены воздействию живых организмов 2. Не всегда допустимы ряжи для сооружения фундаментов в зоне сильного волнового прибоя 3. Тщательная подготовка основания перед возведением 4. Чёткое соблюдение технологии возведения 5. Дороговизна строительного материала</p> | <p>Рис.1-2</p> |
| <p>Железобетонные конструкции ряжевого типа</p> | <p>1. Экономичность (конструкции производятся на заводе) 2. Не подвержены гниению и воздействию живых организмов 3. Более простая технология возведения, чем у деревянных</p> | <p>1. Вид сборки только с доставкой готовых конструкций</p> | <p>Рис. 3</p> |
| <p>Ячеистый тип конструкции</p> | <p>1. Возможность возведения как на месте, так и с доставкой готовой продукции 2. Не подвержены гниению и воздействию живых организмов 3. Экономичность 4. Самая лёгкая технология возведения из предложенных</p> | <p>1. Не регулируемая низкая водопроницаемость.</p> | <p>Рис.4-7</p> |

Библиографический список:

1. Яковенко В.Г. Строительство берегоукрепительных сооружений. М.: Транспорт, 1986. С.244.
2. В.А. Волосухин, В.П. Дыба, С.И. Евтушенко. Расчет и проектирование подпорных стен гидротехнических сооружений. / В.А. Волосухин, В.П. Дыба, С.И. Евтушенко.- М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. 96 с.
3. Ицкович С.М. Крупнопористый бетон. М.: Стройиздат, 1977. 117 с.
4. Катков И.А., Шепелев В.А. Фильтрация крупнопористого бетона и её взаимосвязь с пористостью // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Сборник статей. / СГАСУ. Самара. 2017. С.238-241.

5. Катков И.А., Пухов А.В. Подпорные стены из крупнопористого бетона и перспективы их применения // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Сборник статей. / СГАСУ. Самара. 2017. С.230-233.
6. Катков И.А., Семёнов И.П. О взаимосвязи состава смеси крупнопористого бетона с его прочностью // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Сборник статей. / СГАСУ. Самара. 2017. С.234-237.
7. Панкова Т.А., Дасаева З.З., Заигралов Ю.А. Особенности применения подпорных стен в гидротехническом строительстве // Современное состояние и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. 2017. С.226-228.
8. Шарков В.П. О величине скачка в эпюре вертикального давления грунта-заполнителя в ячеистых конструкциях ГТС // Природообустройство. 2014. С.57-61.

Об авторах (about authors):

Катков Илья Анатольевич

старший преподаватель кафедры природоохранного и гидротехнического строительства

Самарский государственный технический университет

Академия строительства и архитектуры

443001, Россия, г.Самара, ул.Молодогвардейская, 194

Email: simply-good-man@yandex.ru

Katkov Ilya A.

Senior Lecturer of the Environmental and Hydraulic Engineering Chair

Samara State Technical University

Academy of Civil Engineering and Architecture

443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

Email: simply-good-man@yandex.ru

Шепелев Владислав Андреевич

Магистр

Самарский государственный технический университет

Академия строительства и архитектуры

443001, Россия, г.Самара, ул.Молодогвардейская, 194

Email: vshepelev@bk.ru

SHEPELEV Vladislav A.

Master

Samara State Technical University

Academy of Civil Engineering and Architecture

443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

Email: vshepelev@bk.ru

MODERN EXPERIENCE OF SURVEILLANCE AND CONTROL ACTIVITIES IN THE FIELD OF WASTE MANAGEMENT IN RUSSIA

УДК 349.6 (470+571)

СОВРЕМЕННЫЕ ОПЫТ НАДЗОРНО-КОНТРОЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В РОССИИ

Karova V.I.
Карпова В.И.

Samara State Technical University
Самарский государственный технический университет

The article considers the issues of legal regulation of control in the field of waste management, studies the problem of supervisory and control activities in the field of waste management on the territory of the Russian Federation, examines the powers of federal government bodies, state bodies of constituent entities of the Russian Federation and local governments both in general theoretical terms and in relation to the regulation of specific areas of public relations, to the correlation and delimitation of powers at all levels of control. The conclusion is drawn on the effectiveness of calculating the integral indicator of quality of life according to the main socio-economic and socio-environmental indicators based on the available statistical data.

Key words: *authority, production and consumption waste, local governments, environmental supervision, environmental problems.*

В статье рассмотрены вопросы правового регулирования контроля в сфере обращения с отходами, проводится исследование проблемы осуществления надзорно-контрольной деятельности в области обращения с отходами на территории РФ, рассмотрены полномочия федеральных органов государственной власти, государственных органов субъектов РФ и органов местного самоуправления как в общетеоретическом плане, так и применительно к регулированию конкретных сфер общественных отношений, к соотношению и разграничению полномочий на всех уровнях контроля. Сделан вывод об эффективности расчета интегрального показателя качества жизни по основным социально-экономическим и социально-экологическим показателям на основании имеющихся статистических данных.

Ключевые слова: полномочия, отходы производства и потребления, органы местного самоуправления, экологический надзор, экологические проблемы.

Осуществление государственной политики в сфере обращения с отходами невозможно без постоянного контроля соблюдения законодательства по обращению с отходами юридическими и физическими лицами. Проведение экологического контроля в сфере обращения с отходами производства и потребления - специфический вид деятельности государственных органов, общественных объединений и граждан, направленный на наблюдение за состоянием окружающей среды, проверку и обеспечение соблюдения и исполнения требований действующего экологического законодательства и выполнение мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов.

Правовое регулирование экологического контроля осуществляется на основании [2]. В соответствии с [2], экологический контроль направлен на проверку соблюдения природопользователями требований экологического законодательства в целях предупреждения, выявления и устранения нарушений требований законодательства об охране окружающей среды в целом и законодательства в области обращения с отходами, в частности.

В соответствии со ст. 25, 26, 27 [3] действующий контроль в сфере обращения с отходами делится на несколько видов в зависимости от осуществляющих его субъектов: государственный, производственный и общественный экологический контроль.

Исключив полномочия по проведению муниципального экологического контроля у органов местного самоуправления возникли затруднения с выявлением конкретных источников загрязнения окружающей среды на территории муниципальных образований. Обращения муниципальных властей в органы государственного экологического контроля, органы прокурорского надзора с просьбой о принятии мер соответствующего реагирования зачастую остаются без ответа. В условиях непрекращающейся череды административных реформ природоохранных структур крайне целесообразно сохранить дееспособность муниципальных правоохранительных структур, оставив органам местного самоуправления реальные инструменты управления.

Государственный экологический контроль занимает доминирующее положение в надзорно-контрольной деятельности, носит надведомственный характер и позволяет использовать не только собственные государственно-властные полномочия реализующих его органов, но и полномочия правоохранительных органов при осуществлении данного вида надзора. При этом осуществляется надзор за соблюдением следующих требований в области обращения с отходами:

экологические требования; санитарно-эпидемиологические и иные требования; требования трансграничного перемещения отходов; пожарной безопасности; предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при обращении с отходами; соблюдение требований и правил транспортирования опасных отходов; проведение мероприятий по уменьшению количества отходов и использованию их в качестве дополнительных источников сырья в различных отраслях хозяйственной деятельности и т.д.

Специальный государственный экологический контроль осуществляется специально созданными органами, наделенными законодательно утвержденными полномочиями.

В настоящее время одним из важных полномочий субъектов РФ, является осуществление государственного контроля над деятельностью в области обращения с отходами на объектах хозяйственной и иной деятельности, за исключением объектов хозяйственной и иной деятельности, подлежащих федеральному государственному экологическому контролю. Причины не полной реализации данного вида полномочий является отсутствие разграничения объектов государственного экологического контроля на объекты федерального и регионального уровня.

Многие экологические проблемы относятся исключительно к определенному муниципальному образованию и целесообразной формой экологического контроля становится муниципальный экологический контроль. Основной задачей органов местного самоуправления перед населением муниципального объединения является создание благоприятной окружающей среды в месте проживания, введение муниципального экологического контроля будет способствовать повышению ответственности органов местного самоуправления перед населением и заинтересованности в благоприятной окружающей среде в месте проживания. Так как на территории муниципальных объединений осуществляются сбор, захоронение и переработка отходов, предлагается инициировать вопрос законодательного закрепления за органами местного самоуправления конкретных полномочий в области охраны окружающей среды, в том числе по осуществлению муниципального экологического контроля, а также наделения правами и обязанностями должностных лиц, осуществляющих муниципальный экологический контроль, и внести в действующую редакцию ст. 11 [2] дополнение, регулирующее ответственность надзорно-контрольной деятельности за качеством жизни в муниципалитетах. Эффективность надзорно-контрольной деятельности в сфере обращения с отходами предлагается оценивать путем расчета интегрального показателя качества жизни по основным социально-экономическим и социально-экологическим показателям на основании имеющихся статистических данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Актуальные вопросы экологического контроля (надзора) в Российской Федерации // Официальный сайт Комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.komitet2-.km.duma.gov.ru/site.xp/052050050124054055049.html>. – Загл. с экрана.
2. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ // Собрание законодательства РФ
3. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ // Собрание законодательства РФ

Об авторах (about authors):

Карпова Вероника Игоревна

Старший преподаватель кафедры Природоохранного и гидротехнического строительства

Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: karpova.nika@mail.ru

Karpova Veronika I.

Senior Lecturer of the Department of Environmental Protection and Hydrotechnical Construction

Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya, 244

E-mail: karpova.nika@mail.ru

DESIGN OF HYDRAULIC GATES

УДК 627.8-192

КОНСТРУКЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ВОРОТ

Kozinets Galina^{1, a*}

Козинец Галина I, а*

¹St.Petersburg Polytechnic University

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

Summary

In the hydraulic gates design with variable profile crossbars, it is recommended to implement an intermediate section of length ΔL with transition angle $\Theta_c = \Theta/3$, where Θ is the initial angle in the “fracture” zone of the crossbar.

This constructive solution can be used in the reconstruction of hydraulic gates with the lowest cost

Keywords: *hydraulic gates, crossbars, stability factor, finite element method.*

Гидравлические ворота спроектированы с учетом действия нагрузок, которые создают напряжения и деформации в конструкции. Параметры затвора изначально задаются с учетом результатов предварительных расчетов методами структурной механики при определении расчетных сечений ригелей, стрингеров и толщины обшивки. Прочность и устойчивость конструкций обеспечивается в соответствии с требованиями метода предельных состояний [1, 2].

Ключевые слова: *hydraulic gates, crossbars, stability factor, finite element method.*

Introduction

Hydraulic gates are designed taking into account the action of loads that create stresses and strains in the structure. The shutter parameters are initially prescribed taking into account the results of preliminary calculations by methods of structural mechanics, while determining the calculated cross sections of crossbars, stringers and the thickness of the skin. The strength and stability of structures is provided in accordance with the requirements of the limiting states method [1, 2].

Problem Analysis

The closures are part of the mechanical equipment of hydraulic structures,

and, to a large extent, determine the safety of the hydro system as a whole. Long-term operating experience confirms that emergency situations with hydraulic gates are accompanied by material, environmental and social damage. Improvement of structures of hydraulic gate is carried out in accordance with the requirements of the Law of the Russian Federation “On the safety of hydraulic structures”, which is important for all hydraulic structures of the world.

It should be noted that the safety of hydraulic gate operation is ensured by the simultaneous fulfillment of requirements for the choice of grade, steel and a new approach to design with regard to design optimization.

The design parameters of the hydraulic gates are determined at the stage of the draft design. Next, a numerical model of the metal structure is performed using modern computational programs that implement the finite element method [3, 4].

Formulation of the problem

Let us dwell on two tasks, the solution of which contributes to the safe operation of hydraulic gates:

- 1) stability of the structure.
- 2) optimization of cross-section crossbars.

The theory of stability originates from the work of L. Euler, who for the first time determined the critical force of a centrally compressed elastic rod. The mathematical formulation of the theory of stability was first given by A.Ya. Lyapunov, further reflected in the writings of IG Bubnova, B.G. Galerkina, N.E. Zhukovsky and other scientists. It should be noted that the value of the minimum form overall stability factor for hydraulic gate (critical to actual load) is not regulated by design standards [5, 6].

Research results

This study was performed when calculating the stability of 11 segment and 19 flat operating gates, and a range of values of the safety factors ranging from 1.6 - 2.0 (for segment gates), 2.0 - 3.0 (for flat gates), (Fig. 1) was determined.

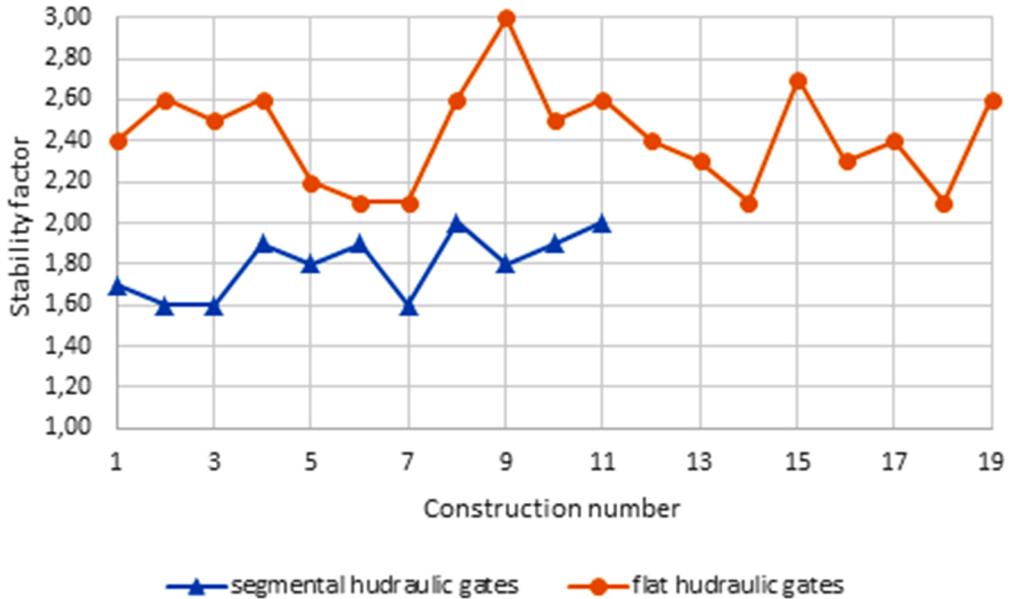


Fig.1 - Values of safety factors for segmented and flat hydraulic gates

One of the main problems of gate crossbar strength is the presence of a stress concentrator. Under the action of a hydrostatic load, the beams experience a bend, and the support legs acquire a rotation angle, which is determined by the bending stiffness of the span part of the crossbar. This circumstance leads to a displacement of the gate cross sections relative to the guide tracks by the value $\Delta = \frac{1}{2}h_{nas} \cdot \sin\psi$. The height of the cross-section of the crossbar in the span zone h_{np} is determined by the condition: $f_{max} \leq [f]$, where f_{max} is the calculated one, $[f]$ is the allowable deflection of the crossbar. As a result, the height of the cross section of the crossbar is constructed variable, and the ratio of the height of the crossbar in the span to the height of the crossbar in the groove is usually $h_{np}/h_{nas} = 2 \div 3$.

The results of the solution of the problem show that local stresses caused by a crossbar fracture quickly fade away with distance from the angle of fracture. (Fig.2.). This property confirms the principle of Saint-Venant, according to which the calculated stress concentration factor α_k is determined by the Eq.1:

$$\alpha_k = \sigma_{max} / \sigma_{o6} \tag{1}$$

where σ_{max} is the local stresses in the zone of concentration, σ_{o6} are the common stresses.

The design was optimized using the additional bevel angle Θ_c (Fig. 2). The use of FEM allows one to find the values of local stresses during the execution of a series of static calculations of a section with different ratios of angles Θ / Θ_c at the calculated hydrostatic load.

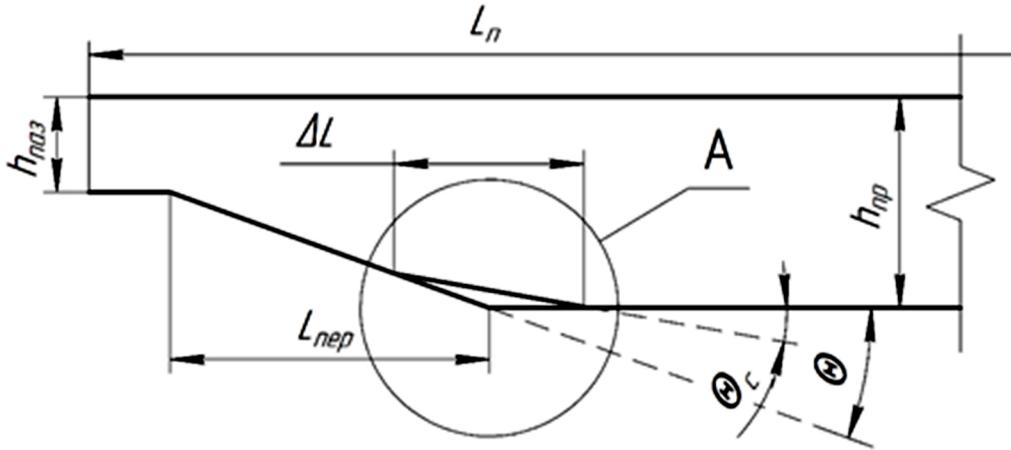


Fig.2. Variable crossbar

The resultant force in the “fracture” knot of the crossbar is: $R_0 = -P \cos \theta$, where P is the force caused by the hydrostatic pressure q on the level of the crossbar belt. The resultant R_0 will be decomposed in two directions R_1 and R_2 , corresponding to the traditional crossbar-gate conjugation $R_1 = R_0 \operatorname{ctg} \theta$, $R_2 = R_0 / \sin \theta$ (Fig. 3).

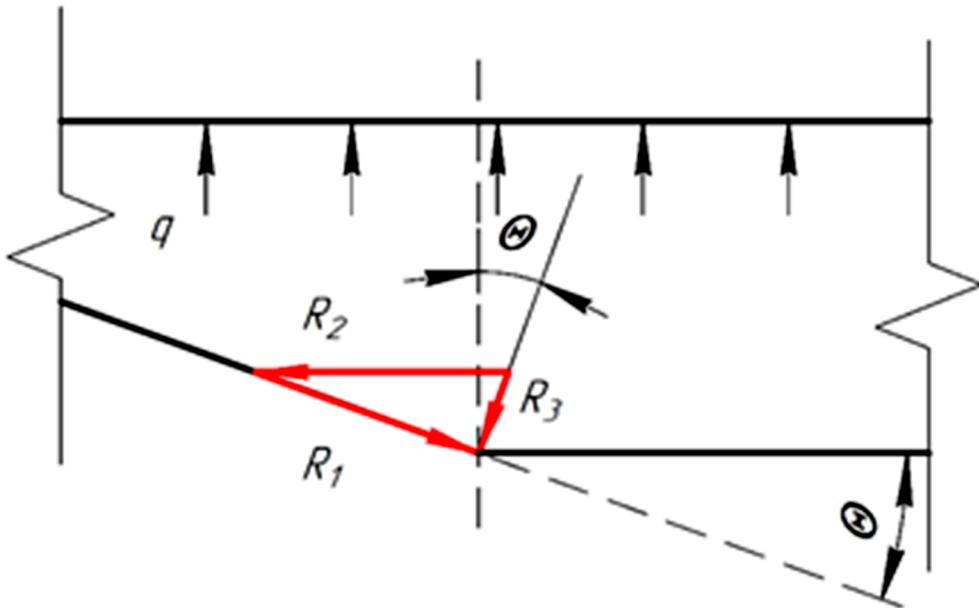


Fig. 3. The crossbar with the angle of fracture sections Θ (one-parameter scheme)

With the introduction of an additional angle of fracture of sections Θ_c , the effect of force P will be divided into two components: $P = P_{\Delta\theta} + P_{\Theta_c}$, while in the proposed scheme (Fig. 3) The resultant will be respectively: $R_{\Delta\theta} = -P_{\Delta\theta} \cos\Delta\theta$; $R_{\Theta_c} = -P_{\Theta_c} \cos\Theta_c$, где $\Delta\theta = \theta - \theta_c$.

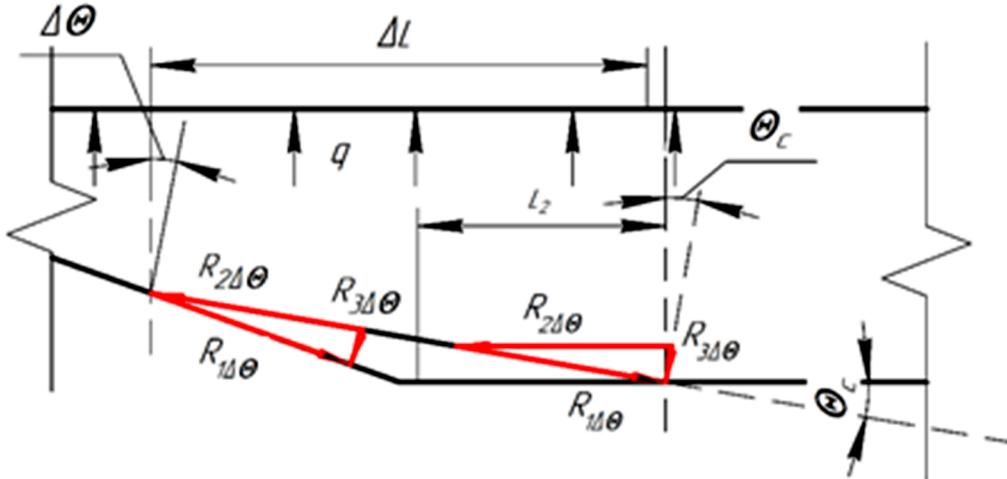


Fig. 4. The crossbar with an intermediate section of length ΔL and two angles of fracture (two-parameter scheme)

The calculated range of changes in the angle ratio Θ/Θ_c is taken $1.0 \div 3.0$, since $\Theta/\Theta_c = 1$ corresponds to a girder of constant section $\Theta = \Theta_c$, and for where $\Theta/\Theta_c = 3$, corresponds to a girder of variable section (Fig. 4)

References:

1. Polonskii, G. A. «Mechanical equipment and metal structures of hydraulic structures and their installation.» M.: «Energy (1967).
2. Polonskii, G.A. (1982) Mechanical Equipment of Hydraulic Engineering Structures [in Russian].
3. Zienkiewicz, Olgierd Cecil, et al. The finite element method. Vol. 3. London: McGraw-hill, 1977.
4. Zienkiewicz, Olek C., Robert L. Taylor, and Jian Z. Zhu. The finite element method: its basis and fundamentals. Elsevier, 2005.
5. Kozinec, G. L. «Generalization of the Methodology of Studying the Durability of Segmental Gates.» Power Technology and Engineering 52.4 (2018): 395-399.
6. Vladislav, Gvozdev, and Kozinetc Galina. «Validation & Verification context for NPP design and construction.» MATEC Web of Conferences. Vol. 245. EDP Sciences, 2018.

Об авторах (about authors):

Козинец Галина

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Политехническая 29, Санкт-Петербург
Российская Федерация, Российская Федерация
galina4410@yandex.ru

Kozinets Galina

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University,
Polytechnicheskaya 29, St. Petersburg
Russian Federation, Russian Federation
galina4410@yandex.ru18.

FEATURES OF REMOTE ECOLOGICAL EDUCATION IN RUSSIA

УДК 378.2

ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ

Zakirova M.N., Chuprina E.V.
Закирова М.Н., Чуприна Е.В.

Samara State Technical University
Самарский государственный технический университет

The advantages and disadvantages of the distance learning method in higher education are considered. It was revealed that, despite the undoubted advantages of distance education, such as: accessibility for people with disabilities, people living in remote areas of the country; relative cheapness; the possibility of on-the-job training, the main disadvantages are insufficient computer literacy, lack of equipment with access the Internet, and most importantly, the low level of basic elementary knowledge in high school subjects. The last of these shortcomings will greatly affect the quality of education. Therefore, we can conclude that it is effective for literate and motivated people, the rest - you can recommend it for further education or retraining.

Key words: *distance education, advantages and disadvantages of distance education.*

Рассмотрены достоинства и недостатки дистанционного метода обучения в высшей школе. Выявлено, что, несмотря на несомненные плюсы дистанционного образования, такие как: доступность для людей с ограниченными возможностями здоровья, лиц, проживающих в отдаленных районах страны; относительная дешевизна; возможность обучения без отрыва от основной деятельности, главными минусами являются недостаточная компьютерная грамотность, отсутствие оборудования с доступом в Интернет и главное - низкий уровень базовых элементарных знаний по предметам средней школы. Последний из указанных недостатков будет сильно влиять на качество получаемого образования. Следовательно, можно сделать вывод о его эффективности для грамотных и мотивированных людей, остальным - можно рекомендовать его для получения дополнительного образования или переквалификации.

Ключевые слова: *дистанционное образование, достоинства и недостатки дистанционного обучения.*

О дистанционном образовании в России впервые заговорили в середине 90-х годов прошлого столетия. Именно в то время появились первые предпосылки к применению этого давно используемого на Западе вида обучения. Поскольку, сегодня модно во всем быть «в тренде», этот постулат находит свое применение и в российском высшем образовании и знаменует собой широкое применение новых информационных технологий обучения. Среди них все больше набирает обороты дистанционное образование. Реалии современной жизни таковы, что высокая загруженность на основном рабочем месте, ненормированный рабочий день, дефицит свободного времени и нежелание руководства компаний предоставлять отпуск на сессию, побуждают все большее количество людей выбирать именно эту форму обучения. Несомненно – это очень удобный метод, особенно для тех, кто не имеет возможности посещать аудиторские занятия с преподавателем, к примеру, из-за состояния здоровья, проживания в труднодоступных районах или для родителей с маленькими детьми [1-3]. Среди прочих достоинств дистанционного образования нельзя не отметить возможности обучаться в своем темпе и без отрыва от основной деятельности. Немаловажным фактором является его дешевизна, если сравнить обучение по одной и той же специальности на коммерческой основе очно и дистанционно, то второе будет стоить меньше, кроме того, не придется платить за проживание и проезд. Все вышеперечисленное прямо свидетельствует и о его практичности, но с одним «но» - он годится для очень мотивированных людей [4]. Для тех, кто имеет четкие цели, хочет получить новую профессию и впоследствии реализоваться в ней. Учебный материал студент-дистанционник осваивает самостоятельно, поэтому здесь важно наличие у обучаемого таких качеств, как дисциплинированность и способность к самоконтролю. То есть, цель такого обучения – получение реальных знаний.

Учитывая вышеизложенную информацию, вполне закономерным будет поставить вопрос: может ли дистанционное образование рассматриваться как альтернатива заочному и впоследствии полностью его заменить? Однозначный ответ дать сложно. Многолетний опыт преподавательской деятельности указывает, что этот вид обучения на данный момент времени далеко не для всех. Причины этого не только в отсутствии дисциплины и самоконтроля, а также в недостаточной компьютерной грамотности, отсутствии у людей, проживающих в глубинке, компьютера с доступом в Интернет. Практика показывает, что большинство студентов-заочников, не посещающих установочные лекции и практические занятия (т.е., часы, отводимые на контактную аудиторную работу с преподавателем), не способны выполнить самостоятельно курсовые и контрольные работы даже по такой дисциплине как «Экология» из-за отсутствия базовых знаний, низкой мотивации к обучению. Поэтому, в заключении можно

сказать так, что все-таки работа в одиночку большей мотивации не даст, равно, как и пробелы в знаниях быстро не восполнит. Качество такого обучения не будет высоким. Дистанционное обучение будет эффективно в случае людей, повышающих свою квалификацию, уже имеющих первое высшее образование и реально желающих приобрести новые навыки, квалификацию, профессию.

ВЫВОДЫ:

Невозможно однозначно оценить дистанционное образование. Несмотря на его очевидные достоинства и удобство все-таки лучше выбирать подобную форму обучения при наличии первого образования, полученного традиционным способом. Основной причиной можно считать более низкое качество образования, что напрямую коррелирует с данными социологических опросов [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. URL: https://moeobrazovanie.ru/plusy_i_minusy_distancionnogo_obrazovaniya.html (дата обращения: 19 декабря 2018 г.)
2. URL: <http://hr-portal.ru/article/distancionnoe-obrazovanie-plyusy-i-minusy> (дата обращения: 19 декабря 2018 г.)
3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-i-nedostatki-distantsionnogo-obucheniya> (дата обращения: 10 января 2019 г.)
4. Чуприна Е.В. Проблемы и перспективы экологического образования в строительном вузе // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: Матер. 63-й Всерос. научн.-техн. конф. по итогам НИР СГАСУ за 2005 г. /Самара, 2005. С.285-286.

Об авторах (about authors):

Закирова Марина Николаевна

кандидат химических наук, доцент кафедры природоохранного и гидротехнического строительства Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

E-mail: zdmitry2@yandex.ru

Zakirova Marina N.

PhD in Chemistry, Associate Professor of the Environmental and Hydraulic Engineering Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

E-mail: zdmitry2@yandex.ru

Чуприна Елена Владимировна

доцент кафедры природоохранного и гидротехнического строительства
Самарский государственный технический университет Академия строительства
и архитектуры 443001, Россия, г. Самара,
ул. Молодогвардейская, 194
E-mail: zdmitry2@yandex.ru

Chuprina Elena V.

Associate Professor of the Environmental and Hydraulic Engineering Chair Samara
State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001,
Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: zdmitry2@yandex.ru

TO THE QUESTION OF CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODELS OF HYDROCHEMICAL INDICES OF RESERVOIRS

УДК 519.24

К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ
МОДЕЛЕЙ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ВОДОХРАНИЛИЩ

Shabanov V.A.
Шабанов В.А.

Samara State Technical University
Самарский государственный технический университет

The article discusses the current problems of modeling global ecological systems. Based on the conclusions of mathematicians, philosophers and futurologists, a model of an ecosystem consisting of fluctuation and catastrophic components. Mathematical models as the basis for constructing simulation models. Methods for constructing the simplest ecological and mathematical models.

Keywords: *environment, problems of understanding the relationship between people and the environment, mathematical models of simple ecosystems.*

В статье рассматриваются современные проблемы моделирования глобальных экологических систем. На основании выводов математиков, философов и футурологов может быть принята к рассмотрению модель экосистемы, состоящей из флуктуационной и катастрофической составляющих. Математические модели как основа построения имитационных моделей. Методы построения простейших эколого-математических моделей.

Ключевые слова: *окружающая среда, проблемы понимания взаимоотношения человек-окружающая среда, математические модели простейших экосистем.*

В последние десятилетия, резко возрос интерес человека к окружающей его среде, среде, вмещающей самого человека. Оценивая свое влияние на окружающую среду, человек все более ощущает свою зависимость от окружающей среды и все более страшится своей зависимости от собственных действий.

Даже зная пагубность своих действий на окружающую среду, на самого себя, он (человек) не отказывается от своих действий, не ищет альтернативы, а только пытается смягчить их пагубность.

Вместе с тем, человечество пытается угадать, предсказать состояние окружающей среды в будущем и своё место в этом будущем. Понять, есть ли в будущем условия для существования человека. Эти проблемы обсуждают экологи, математики и футурологи [1].

Математики и философы пытаются исследовать экосистему с позиций теории больших систем. Открытых больших систем. Признание открытости системы приводит к признанию сильного влияния внешних факторов на поведение системы. По мере расширения систем число факторов, в том числе и неизвестных факторов, возрастает и их невозможно учесть и ранжировать.

Существует мнение, что экосфера, в широком понимании этого термина, развивается через катастрофы. Катастрофы же всегда плохо предсказуемы.

И все-таки, нужно искать пути построения математических моделей для подсистем и элементов системы.

Одной из таких подсистем являются *водные экосистемы* различных типов и размеров [2].

К ним относятся *замкнутые водоемы на местном стоке*, местные водохранилища. Такие водохранилища, как мы полагаем, слабо реагируют на внешние, за пределами местной экосистемы, факторы.

Модели, полученные на таких системах, можно использовать при построении более сложных систем [3, 4].

В дальнейшем для исследования будем использовать метод черного ящика. Не будем изучать процессы внутри ящика, а будем сравнивать вход и выход.

Задача построения модели сводится к тому, чтобы по нескольким наблюдениям за объектом в различные моменты времени создать образ объекта в будущем. Можно сказать, что требуется создать прогноз объекта.

Естественно, что прогноз создается на основе модели. А модель описывается лишь частью факторов, определяющих объект или явление в природе. Следовательно, прогнозы, основанные на исследовании модели являются приближенными.

Стремление к более точному описанию сложного системного объекта приводит к увеличению количества учитываемых факторов и процессов, что затрудняет использование математических моделей и доказательство их адекватности. Анализ и прогнозирование по таким моделям выполняются с ошибкой, обусловленной как погрешностью вычислительных методов и как погрешностью используемых и неточностью исходных данных, и эти ошибки могут приводить к катастрофическим неточностям в модельных прогнозах.

Наличие даже в простых экологических моделях таких неточностей может привести к проявлению динамического хаоса.

Отметим основные ограничения практического использования математического моделирования экологических систем:

1. Субъективное выделение основных факторов, влияющих на поведения системы. Причем большинство из их неизвестны и неизвестны законы их изменения;
2. Эмпирические данные, наблюдения, содержат ошибки разного рода и происхождения. Например, данные о температуре воды в водохранилище в сходственные моменты времени будут зависеть от предыдущего графика температур воздуха, от ветра и т.д.;
3. Пропуски измерений, отсутствие наблюдений.

Чаще всего, при исследовании конкретного объекта, структуру математической модели приходится назначать, исходя из предыдущих знаний, на основании опыта и интуиции. Причем, использования типа модели и методов работы с ней в большой степени зависит от размерности модели и предполагаемых границ её использования. Например, при исследовании годичной динамики гидрохимических показателей замкнутых водоемов время имеет конечный период и равно периоду наблюдений. Решение за границами не существует.

При рассмотрении многолетней изменчивости показателей возникает вопрос о сроках прогнозирования. Этот срок связан с естественной изменчивостью самого исследуемого объекта, антропогенным воздействием на него и способностью сопротивляться изменения. Для малых водоемов он не превышает 4-5 лет.

В качестве *математической модели явления*, в дальнейшем будем рассматривать следующую структуру:

$$F(t) = f_1(t) + f_2(t) + f_3(t)$$

$F(t)$ - значение зависимой переменной в момент времени t ;

$f_1(t)$ - некоторая гладкая функция, описывающая тренд процесса;

$f_2(t)$ - неизвестная периодическая функция;

$f_3(t)$ - неизвестная функция-катастрофа.

Проверка на наличие функций в левой части опирается на предварительный анализ данных и интуицию. Выбор функций также зависит от масштабов объекта и его сложности [2].

Естественно, что выбор объекта исследования также влияет на форму прогнозной функции.

В качестве примера рассмотрим создание математической модели прогнозирования содержания поверхностно-активных веществ (пав) в одном из водоемов Самарской области.

Пробы отбирались ежемесячно. Всего восемь проб.

Обозначения и термины:

T – вектор времени;

Ap – вектор концентрации пав в пробах.

$$T = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$$

$$Ap = 13, 0.7, 17.6, 1, 12, 6.2, 4.3, 8$$

Аппроксимируем данные измерений Ap кубическим сплайном. Графически это представлено на рисунке 1. Точки на графике отсутствуют, поскольку сплайн проходит через все экспериментальные точки.

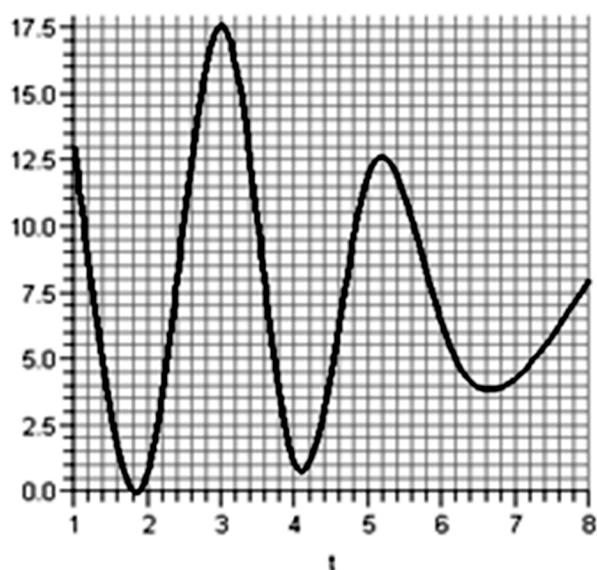


Рисунок 1. Аппроксимация данных кубическим сплайном

Анализируя график на рисунке, можно сделать как минимум два вывода:

1. существует тренд снижения концентрации загрязнителя с о временем;
2. процесс снижения концентрации носит циклический характер.

Для уточнения параметров цикла, построим фазовый портрет, используя в качестве второй функции производную уравнения сплайна по времени. На рисунке 2 представлен фазовый портрет.

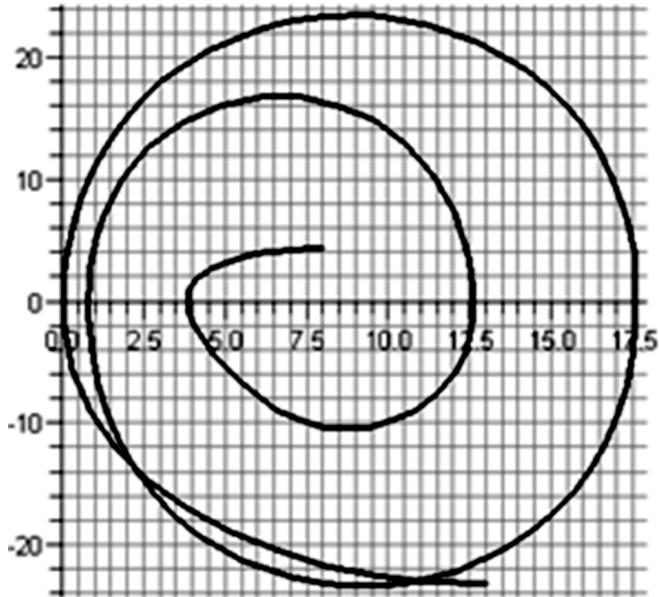


Рисунок 2. Фазовый портрет функции загрязнения водоема пав

Анализируя фазовый портрет, можно заметить:

1. колебательный процесс затухающий.
2. амплитуда процесса переменная, она уменьшается со временем
3. можно предположить, что за пределами наблюдения существует точка равновесия.

Сделав предварительную обработку наблюдений, можно сконструировать математическую модель процесса в следующем виде.

$f1(t)$ - линейная функция, описывающая тренд процесса;

$f2(t)$ - неизвестная периодическая функция, умноженная на показательную или логарифмическую функцию;

$f3(t)$ - неизвестная функция-катастрофа в данной модели отсутствует.

На следующем этапе необходимо сначала построить линейную часть модели, используя методы математической статистики.

Для нахождения периодической составляющей модели можно использовать методы разложения функции в тригонометрический ряд или аппроксимировать данные конечным тригонометрическим полиномом.

Обсуждение конкретных методов находится за пределами этой статьи.

Предложенный метод построения моделей гидрохимического загрязнения замкнутых водоемов можно использовать при создании имитационной модели водоема.

Библиографический список:

1. Фомичев А.Н. Проблемы концепции устойчивого экологического развития: Системно-методологический анализ. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009, - 216с.
2. Сердюцкая Л.Ф. Системный анализ и математическое моделирование экологических процессов в водных экосистемах. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009, - 144с.
3. Ефремов И.В. Моделирование почвенно-растительных систем. – М.: Издательство «ЛКИ», 2008, - 152с.
4. Казимрук В.Д. Казимрук Т.Н. зарастающие водотоки и водоемы. Динамические процессы формирования донных отложений. – М.: Наука, 2004. – 320с.

Об авторах (about authors):

Шабанов Всеволод Александрович

Член-корреспондент РААСН, профессор,
профессор кафедры природоохранного и гидротехнического строительства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail:shabanov.va@samgtu.ru

Shabanov Vsevolod Alexandrovich

Corresponding member of RAASN, Professor,
Professor of the Department of environmental and hydraulic engineering
Samara state technical University
443100, Russia, Samara, ul. Molodogvardeyskaya, 244
E-mail:shabanov.va@samgtu.ru