

Критерии авторства

Андреев Е.В. выполнил теоретические исследования, на основании которых провел обобщение и написал рукопись.

Андреев Е.В. имеет на статью авторское право и несет ответственность за плагиат.

Статья поступила в редакцию 12.05.2021 г.

Одобрена после рецензирования 05.06.2021 г.

Принята к публикации 28.06.2021 г.

Conflict of interests

Andreev E.V. carried out theoretical studies, on the basis of which he generalized and wrote the manuscript.

Andreev E.V. has a copyright on the article and is responsible for plagiarism.

The article was submitted to the editorial office 12.05.2021

Approved after reviewing 05.06.2021

Accepted for publication 28.06.2021

Оригинальная статья

УДК 502/504:626/627:624.012:45

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-62-69

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПРОЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ УГОЛКОВЫХ ПОДПОРНЫХ СТЕН С МЕЖБЛОЧНЫМИ ШВАМИ С УЧЕТОМ ВТОРИЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

ЛИСИЧКИН СЕРГЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ¹, д-р техн. наук, главный научный сотрудник
cskte@mail.ru

РУБИН ОЛЕГ ДМИТРИЕВИЧ¹, д-р техн. наук,
директор филиала АО «Институт Гидропроект» – НИИЭС
info@niies.ru

ПАЩЕНКО ФЕДОР АЛЕКСАНДРОВИЧ², генеральный директор
АО «ПИиНИИВТ «Ленаэропроект»
lenair@lenair.ru

ХАРЬКОВ НИКИТА СЕРГЕЕВИЧ², канд. техн. наук,
руководитель научно-технического управления
Kharkov_ns@lenair.ru

¹ АО «Институт Гидропроект» – НИИЭС; 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 2, Россия

² АО ПИиНИИВТ «Ленаэропроект»; 198095, г. Санкт-Петербург, Набережная Обводного канала, 122, Россия

Подпорные стены уголкового типа являются одними из наиболее распространенных конструкций гидроузлов. Большинство из них запроектировано и построено несколько десятилетий назад и находится в эксплуатации в течение длительного времени. В ряде случаев отмечается отклонение от проектных предпосылок и требуется усиление железобетонных конструкций подпорных стен. Основной причиной упомянутых отклонений является неполный учет характерных особенностей конструкций подпорных стен (в том числе горизонтальных межблочных швов и вторичных наклонных трещин), а также характера действующих на них нагрузок. Как следствие, в подпорных стенах практически не устанавливается расчетное горизонтальное поперечное армирование, которое не требуется на основе традиционных методик расчета. Традиционные схемы армирования подпорных стен не предусматривают наличия горизонтальных межблочных швов и горизонтального поперечного армирования. В результате проведенных исследований усовершенствована методика расчета напряженно-деформированного состояния и прочности железобетонных конструкций подпорных стен уголкового типа, имеющих межблочные швы, с учетом вторичных напряжений. Также усовершенствованы схемы армирования подпорных стен.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, подпорные стены уголкового типа, напряженно-деформированное состояние, прочность, методика расчета, схемы армирования

Формат цитирования: Лисичкин С.Е., Рубин О.Д., Пащенко Ф.А., Харьков Н.С. Совершенствование методики расчета напряженного состояния и прочности железобетонных конструкций гидротехнических уголкового подпорных стен с межблочными швами с учетом вторичных напряжений // Природообустройство. – 2021. – № 3. – С. 62-69. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-62-69.

© Лисичкин С.Е., Рубин О.Д., Пащенко Ф.А., Харьков Н.С., 2021

Scientific article

IMPROVEMENT OF THE METHOD OF CALCULATING THE STRESS-STATE AND STRENGTH OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF HYDRAULIC CORNER RETAINING WALLS WITH INTER-BLOCK JOINTS TAKING INTO ACCOUNT SECONDARY STRESSES

LISICHKIN SERGEJ EVGENJEVICH¹, doctor of technical sciences, chief researcher
cskte@mail.ru

RUBIN OLEG DMITRIEVICH¹, doctor of technical sciences,
director of the branch AO «Institute Hidroproject»-«NIIES»
info@niies.ru

PASHCHENKO FEDOR ALEXANDROVICH², general director AO «PiNII VT «Lenaeroproject»
lenair@lenair.ru

KHARKOV NIKITINA SERGEEVICH², candidate of technical sciences,
head of the scientific-technical department
Kharkov_ns@lenair.ru

¹ AO «Institute Hydroproject» – «NIIES»; 125080, Moscow, Volokolamskoe sh., 2, bld. 1, room 12, Russia

² AO «PiNII VT «Lenaeroproject»; 198095, Saint-Petersburg, Naberezhnaya Obvodnogokanala, 122, Russia

Corner retaining walls are one of the most common structures of waterworks. Most of them were designed and built several decades ago and have been in operation for a long time. In some cases, there is a deviation from the design prerequisites and the strengthening of reinforced concrete structures of retaining walls is required. The main reason for these deviations is incomplete consideration of the characteristic features of retaining wall structures (including horizontal inter-block joints and secondary inclined cracks), as well as the nature of the loads acting on them. As a result, design horizontal transverse reinforcement is practically not installed in retaining walls that is not required by calculation based on traditional calculation methods. Traditional reinforcement schemes for retaining walls do not provide for the presence of horizontal inter-block joints and horizontal transverse reinforcement. As a result of the research carried out, the method for calculating the stress-strain state and strength of reinforced concrete structures of corner retaining walls with inter-block joints has been improved taking into account secondary stresses. Reinforcement schemes for retaining walls have also been improved.

Keywords: reinforced concrete structures, corner retaining walls, stress-strain state, strength, method of calculation, reinforcement schemes

Format of citation: Lisichkin S.E., Rubin O.D., Pashchenko F.A., Kharkov N.S. Improvement of the method of calculating the stress state and strength of reinforced concrete structures of hydraulic corner retaining walls with inter-block joints taking into account secondary stresses // Prirodobustrojstvo. – 2021. – № 3. – S. 62-69. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-62-69.

Введение. Подпорные стены являются неотъемлемыми составляющими гидротехнических сооружений. Наиболее распространены подпорные стены уголкового типа [1-3].

К конструктивным особенностям подпорных стен следует отнести значительные

размеры (такие, как высота, вылеты лицевой и тыловой консолей, размеры в корневом сечении и толщина фундаментной плиты, достигающие нескольких метров); бетон невысокой марки (M100-M250); арматуру большого диаметра (до 60 мм) классов

A300, A400; невысокое содержание арматуры (менее 1%); обязательное наличие горизонтальных межблочных швов, разделяющих горизонтальные блоки бетонирования при поэтапном возведении, и др.

К особенностям характера действующих нагрузок относятся:

- гидравлическая нагрузка;
- необходимость учета противодействия в трещинах и раскрытых строительных швах;
- возможные знакопеременные нагрузки.

Со стороны тыловой грани, как правило, имеющей наклон, подпорные стены засыпаются грунтом, создающим основные нагрузки на конструкцию.

Ввиду вышесказанного вертикальные консольные части подпорных стен работают в условиях внецентренного сжатия. Вертикальная нагрузка создается собственным весом железобетона конструкции, весом грунта засыпки и грунтовых вод. Горизонтальная нагрузка создается боковым давлением грунта засыпки и грунтовых вод в засышке.

Большинство железобетонных конструкций подпорных стен и стен камер шлюзов в течение длительного времени находится в эксплуатации. По разным причинам (в том числе ввиду неполного учета всех особенностей таких сооружений при их проектировании, строительстве и эксплуатации) в ряде случаев отмечалось отклонение от проектных предпосылок [2, 4-6].

Требуется совершенствование методов расчета подпорных стен (а также стен камер шлюзов) с учетом характерных особенностей (в первую очередь – горизонтальных межблочных швов) и образования вторичных наклонных трещин.

Результаты исследований и их обсуждение. Известно, что после образования горизонтальных трещин по межблочным швам возникают вторичные растягивающие напряжения, под действием которых происходит выклинивание вторичных наклонных трещин из швов в направлении лицевой грани. Необходимо устанавливать горизонтальное поперечное армирование для восприятия вторичных растягивающих напряжений [7, 8].

Предварительно был выполнен анализ различных методик по определению сопротивления горизонтальных межблочных швов и нагельного сопротивления арматурного стержня [9-15].

Выбор методики определения сопротивления швов. В результате сопротивление сдвигу гладкого контактного шва определяется величиной:

$$R_{b,sh} = 0,55 \cdot R_{bt} \left(1 + \left(\sigma_{b,c} / R_{bt} \right) \right)^{0,5} \quad (1)$$

Сопротивление сдвигу армированного контактного шва определяется как сумма сопротивления шва и пересекающей его арматуры.

Выбор методики определения нагельного сопротивления арматурных стержней. Работу арматуры, пересекающей контактный шов при сдвиге, можно представить как работу отдельных консольных стержней, заделанных в теле бетона, примыкающего к контактному шву. При действии сдвигающих сил на стержень у грани бетона происходит совместное деформирование арматуры и окружающего арматуру бетона (рис. 1).

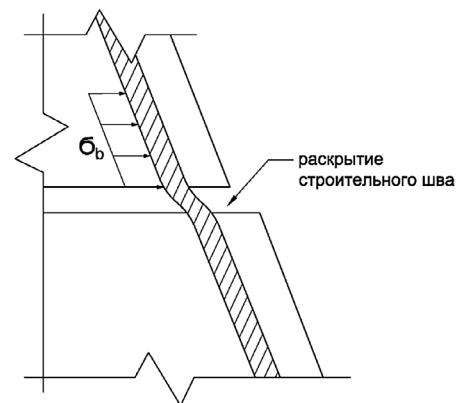


Рис. 1. Схема работы арматурного стержня и бетона в зоне строительного шва

Fig. 1. The scheme of operation of the reinforcing rod and concrete in the area of the construction seam

Величина сдвигающей силы в арматурном стержне определяется из выражения

$$Q_{s,sh} = 0,5 \cdot R_s \cdot A_{s,sh} \quad (2)$$

Результаты исследований и их обсуждение. При разработке новой методики рассматриваем конструкцию с горизонтальными швами.

В расчетном сечении действуют:

- вертикальная сжимающая сила N от веса конструкции и грунта засыпки тыловой грани;
- горизонтальная поперечная сила Q от давления грунта на тыловую грань конструкции;

- изгибающий момент M , обусловленный действием сил N и Q .

При этом от действия изгибающего момента M происходит растяжение тыловой грани конструкции (включая тыловую рабочую арматуру) и, как следствие, раскрытие горизонтальных швов, а также сжатие лицевой грани (включая бетон и арматуру сжатой зоны).

На рисунке 2 представлена схема работы конструкции в зоне горизонтальной трещины по горизонтальному межблочному шву.

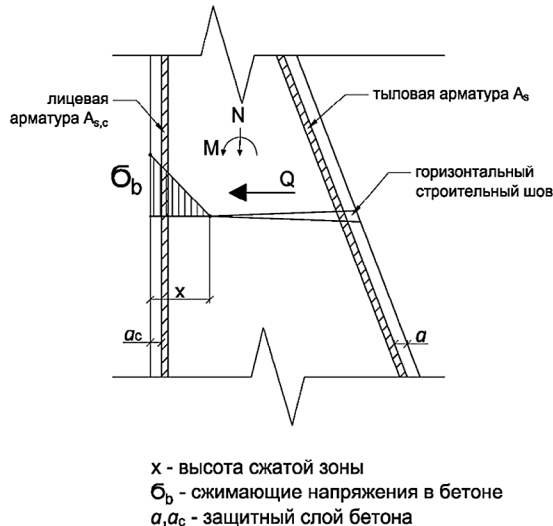


Рис. 2. Схема работы конструкции в зоне горизонтального межблочного строительного шва

Fig. 2. The operation scheme of the structure in the area of the horizontal inter-block building joint

Предлагается рассматривать 2 стадии работы подпорной стенки в зонах горизонтальных межблочных строительных швов:

1) стадия с нормальной трещиной по шву (до образования наклонной трещины) (рис. 3);

2) стадия после образования наклонной трещины, выклинившейся из горизонтального межблочного строительного шва.

В стадии работы 1 горизонтальный межблочный шов раскрыт на глубину до сжатой зоны, высота которой равна X .

Поперечной силе Q сопротивляются тыловая A_s и лицевая $A_{s,c}$ арматура в стадии их работы как нагель с усилиями соответственно T_s и $T_{s,c}$ (то есть непроектная работа, не в продольном, а в поперечном направлении); а также сопротивляется участок горизонтального строительного шва в сжатой зоне конструкции протяженностью X (равной высоте сжатой зоны) с усилием T_j .

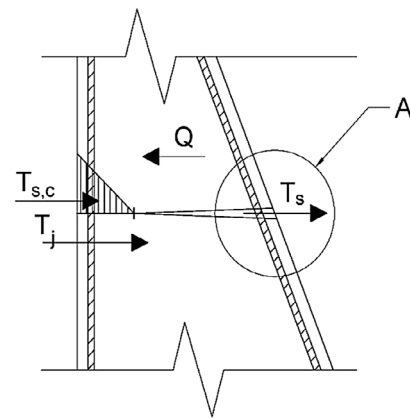


Рис. 3. Схема работы конструкции в зоне горизонтального межблочного шва в стадии работы 1

Fig. 3. The operation scheme of the structure in the area of the horizontal inter-block joint at the stage of operation 1

Условие прочности имеет вид:

$$Q \leq T_s + T_{s,c} + T_j. \quad (3)$$

В наклонном сечении, выходящем из вершины горизонтальной трещины, возникают вторичные растягивающие напряжения σ_{sec} , схема действия которых представлена на рисунке 4.

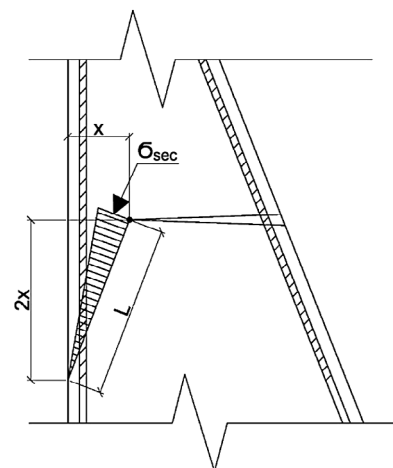


Рис. 4. Схема действия вторичных растягивающих напряжений σ_{sec} в наклонном сечении конструкции

Fig. 4. Scheme of action of secondary stretching stresses σ_{sec} in the sloping part of the structure

Значения вторичных растягивающих напряжений σ_{sec} определяются из зависимости (на 1 м.п. протяженности конструкции):

$$\sigma_{sec} = (Q - T_s) / X. \quad (4)$$

При этом вторичные растягивающие напряжения σ_{sec} в вершине горизонтальной трещины по шву не должны превышать прочность бетона на растяжение R_{bt} :

$$\sigma_{sec} \leq R_{bt}. \quad (5)$$

Если вторичные растягивающие напряжения σ_{sec} в вершине горизонтальной трещины начинают превосходить прочность бетона на растяжение R_{bt} , образуется вторичная наклонная трещина, которая выклинивается из вершины трещины в направлении лицевой грани стенки.

Схема работы конструкции при переходе от стадии 1 к стадии 2 представлена на рисунке 5.

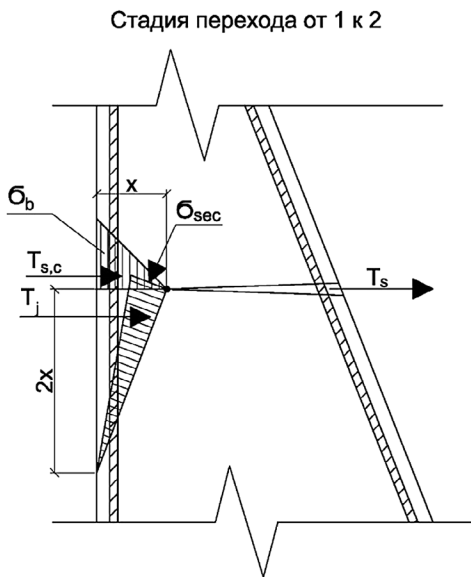


Рис. 5. Схема работы конструкции при переходе от стадии работы 1 к стадии работы 2

Fig. 5. The operation scheme of the structure at the transition from work stage 1 to work stage 2

В стадии работы 2 в конструкции подпорной стенки возникает система трещин «горизонтальная трещина по шву-вторичная наклонная трещина».

В стадии работы 2 с наклонной вторичной трещиной, выклинившейся из горизонтального межблочного шва, сопротивление действующей поперечной силе оказывается бетоном сжатой зоны и рабочей арматурой у растянутой тыловой грани стенки при ее нагельной работе.

Анализ состояния ряда подпорных стенок и стенок камер шлюзов показал, что бетон конструкций со стороны лицевых

граней в значительной степени разрушился, в том числе, с обнажением лицевой арматуры. Были также выявлены пустоты внутри массива бетона вдоль траекторий наклонных вторичных трещин.

Результаты экспериментальных исследований железобетонных моделей подпорных стен и стен камер шлюзов, проведенных авторами, а также выполненных ранее [16, 17], показали, что вторичные наклонные трещины отделяют тонкий слой сжатой зоны (рис. 6).

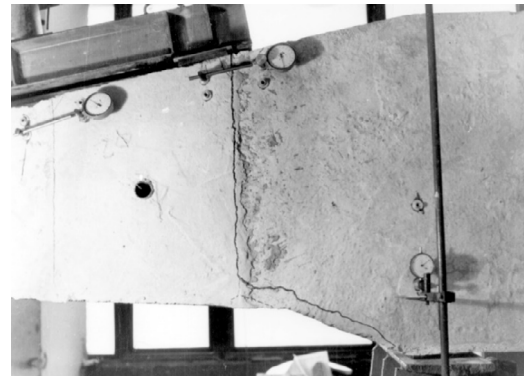


Рис. 6. Характер трещин в модели подпорной стены
Fig. 6. The nature of cracks in the retaining wall model

Подводя итог вышесказанного, можно сделать вывод о том, что сопротивление бетона сжатой зоны конструкций, находящихся в стадии длительной эксплуатации, после образования вторичных наклонных трещин, выклинившихся из горизонтальных межблочных швов, сравнительно невелико.

Таким образом, представляется целесообразным пренебречь сопротивлением бетона сжатой зоны конструкции, что дает определенный запас прочности.

Условие равновесия горизонтальных сил при этом имеет вид:

$$Q = T_s + T_{sec} - T_w. \quad (6)$$

При этом усилие T_{sec} , вызванное вторичными растягивающими напряжениями, и T_w , вызванное противодействием воды в наклонной трещине, передается на поперечную горизонтальную арматуру A_{sw} , пересекающую вторичную наклонную трещину (рис. 7).

Количество стержней горизонтальной поперечной арматуры определяется как

$$n = (Q - T_s + T_w) / R_{sw} \cdot A_{sw1}, \quad (7)$$

где A_{sw1} – площадь сечения одного стержня.

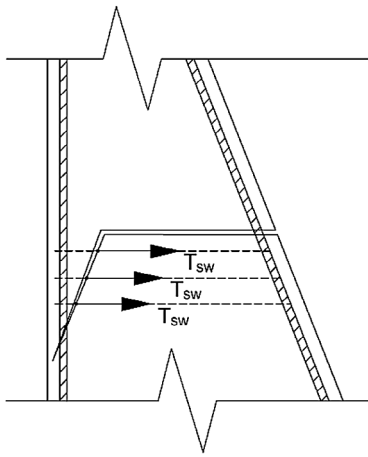


Рис. 7. Схема работы горизонтальной поперечной арматуры
Fig. 7. Scheme of operation of the horizontal transverse armature

На основе разработанной методики выполнено совершенствование схем армирования подпорных стен в зонах горизонтальных межблочных строительных швов (рис. 8).

Выводы

Таким образом, с учетом результатов проведенных экспериментальных исследований была усовершенствована методика расчета напряженно-деформированного состояния

Библиографический список

1. Волосухин В.А., Дыба В.П., Евтушенко С.И. Расчет и проектирование подпорных стен гидротехнических сооружений. – М.: АСВ, 2015. – 96 с.
2. Расчетные исследования устойчивости и прочности подпорных стен первого яруса водоприемника Загорской ГАЭС / Лисичкин С.Е., Рубин О.Д., Атабиев И.Ж. и др. // Природообустройство. – 2012. – № 2. – С. 44-48.
3. Инструментальные и расчетные исследования низовых подпорных стен Загорской ГАЭС / Рубин О.Д., Баклыков И.В., Антонов А.С. и др. // Природообустройство. – 2019. – № 2. – С. 80-88.
4. Рубин О.Д., Ляпин О.Б., Ни В.Е. Усиление эксплуатируемых подпорных сооружений // Гидротехническое строительство. – 1989. – № 12. – С. 42-45.
5. Щербина В.И., Рубин О.Д., Ни В.Е. Эксплуатация, оценка состояния и разработка мероприятий по повышению надежности шлюзов канала им. Москвы / Гидроэлектростанции. Вып. 7. – М.: Информэнерго, 1989. – 56 с.

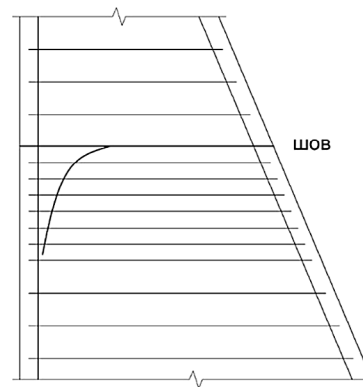


Рис. 8. Принципиальная схема армирования подпорной стены в зоне горизонтального межблочного шва
Fig. 8. The concept of reinforcement of the retaining wall in the horizontal inter-block joint

и прочности подпорных стен в зонах горизонтальных межблочных строительных швов с учетом вторичных напряжений. Была также усовершенствована схема армирования подпорных стен.

Рекомендуется устанавливать горизонтальное поперечное армирование по всей высоте стен. При этом в зонах горизонтальных межблочных швов (в частности, под швами) рекомендуется устанавливать учащенное армирование для ограничения развития вторичных наклонных трещин.

References

1. Volosukhin V.A., Dyba V.P., Evtushenko S.I. Raschet i proektirovanie podpornykh sten gidrptehnicheskikh sooruzhenij. – M.: ASV, 2015. – 96 s.
2. Lisichkin S.E., Rubin O.D., Atabiev I.Zh. i dr. Raschetnye issledovaniya ustojchivosti i prochnosti podpornykh sten pervogo yarusa vodopriemnika Zagorskoj GAES // Prirodoobustrojstvo. – 2012. – № 2. – S. 44-48.
3. Instrumentalnye i raschetnye issledovaniya nizovykh podpornykh sten Zagorskoj GAES / Rubin O.D., Baklykov I.V., Antonov A.S. i dr.. // Prirodoobustrojstvo. – 2019. – № 2. – S. 80-88.
4. Rubin O.D., Lyapin O.B., Ni V.E. Usilenie ekspluatiruemykh podpornykh sooruzhenij // Gidrotehnicheskoe stroitelstvo. – 1989. – № 12. – S. 42-45.
5. Shcherbina V.I., Rubin O.D., Ni V.E. Ekspluatatsiya otsenka sostoyaniya i razrabotka meropriyatij po povysheniyu nadezhnosti shlyuzov kanala imeni Moskvy // Gidroelektrosstantsii. – M.: Informenergo. – 1989. – vyp. 7. – 56 s.

6. **Залесов А.С., Рубин О.Д.** Характер и причина трещинообразования в стенах шлюзов канала им. Москвы // Энергетическое строительство. – 1990. – № 11. – С. 54-56.

7. **Залесов А.С., Лисичкин С.Е.** Оценка прочности массивных конструкций на основе вторичных полей напряжений // Гидротехническое строительство. – 1990. – № 3. – С. 46-49.

8. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений. П-46-89. – М.: Гидропроект/ВНИИГ, 1991. – 276 с.

9. Прочность железобетонных конструкций гидросооружений, имеющих блочные швы / А.П. Кириллов, В.Б. Николаев, О.Д. Рубин и др. // Гидротехническое строительство. – 1979. – № 12. – С. 22-27.

10. **Кириллов А.П., Коган Е.А., Ульянова Е.А.** Прочность бетонных массивных сооружений по горизонтальным строительным швам. – М.: Информэнерго, 1987. – 56 с.

11. Рекомендации по учету строительных швов в массивных железобетонных конструкциях. – М.: Гидропроект, 1982. – 26 с.

12. Рекомендации по расчету массивных железобетонных конструкций гидротехнических сооружений на действие поперечных сил. П-871-88. – М.: Гидропроект, 1989. – 32 с.

13. Рекомендации по назначению поперечной арматуры в конструктивных зонах балочных элементов, имеющих продольные строительные швы. П-851-87. – М.: Гидропроект, 1987. – 40 с.

14. **Климов Ю.А.** Теория и разработка мощности, трещиностойкости и деформативности железобетонных элементов при воздействии поперечных сил: дис\... д-ра техн. наук. – М., 1992. – 502 с.

15. **Лисичкин С.Е., Скворцов А.Г.** Повышение безопасности массивных железобетонных конструкций с контактными строительными швами // Гидротехническое строительство. – 2000. – № 6. – С. 17-21.

16. **Рубин О.Д., Лисичкин С.Е., Пашченко Ф.А.** Результаты экспериментальных исследований железобетонных подпорных стен // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2020. – № 16(2). – С. 152-158.

17. **Пашченко Ф.А.** Экспериментальные исследования влияния характера нагрузок на напряженно-деформированное состояние подпорных стенок // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2021. – № 17(1). – С. 82-91.

6. **Zalesov A.S., Rubin O.D.** Charakter i prichina treshchinoobrazovaniya v stenah shlyuzov kanala im. Moskvy // Energeticheskoe stroitelstvo. – 1990. – № 11. – S. 54-56.

7. **Zalesov A.S., Lisichkin S.E.** Otsenka prochnosti massivnykh konstruksij na osnove vtorichnykh polej napryazhenij // Gidrotehnicheskoe stroitelstvo. – 1990. – № 3. – S. 46-49

8. Posobie po proektirovaniyu betonnyh i zhelezobetonnyh konstruksij gidrotehnicheskikh sooruzhenij. P 46-89. – M.: Gidroproekt/ VNIIG, 1991. – 276 sc.

9. **Kirillov A.P., Nikolaev V.B., Rubin O.D., Luksha L.K.** Prochnost zhelezobetonnyh konstruksij gidrosooruzhenij, imeyushchih blochnye shvy // Gidrotehnicheskoe stroitelstvo. – 1979. – № 12. – S. 22-27.

10. **Kirillov A.P., Kogan E.A., Ulyanova E.A.** Prochnost betonnyh massivnyh sooruzhenij po gorizontalnym stroitelnyim shvam. – M.: Informenergo, 1987. – 56 s.

11. Rekomendatsiya po uchetu stroitelnykh shvov v massivnykh zhelezobetonnykh konstruksijah. – M.: Gidroproekt, 1982. – 26 s.

12. Rekomendatsii po raschetu massivnykh stroitelnykh zhelezobetonnykh konstruksij gidrotehnicheskikh sooruzhenij na dejstvie poperechnykh sil. P-871-88. – M.: Gidroproekt, 1989. – 32 c.

13. Rekomendatsii po naznacheniyu poperechnoj armatury v konstruktivnykh zonah balochnykh elementov, imeyushchih prodolnye stroitelnye shvy. P-851-87. – M.: Gidroproekt, 1987. – 40 s.

14. **Klimov Yu.A.** Teoriya i razrabotka moshchnosti, treshchinostojkosti i deformativnosti zhelezobetonnykh elementov pri vozdeystvii poperechnykh sil. Diss\... d-ra tehn. nauk: 05.23.01. – M.: 1992. – 502 s.

15. **Lisichkin S.E., Skortsov A.G.** Povyshenie bezopasnosti massivnykh zhelezobetonnykh konstruksij s kontaktnymi stroitelnyimi shvami // Gidrotehnicheskoe stroitelstvo. – 2000. – № 6. – S. 17-21.

16. **Rubin O.D., Lisichkin S.E., Pashchenko F.A.** Rezultaty eksperimentalnykh issldovaniy zhelezobetonnykh podpornykh sten // Stroitel'naya mehanika inzhenernykh konstruksij i sooruzhenij. – 2020. – № 16(2). – S. 152-158.

17. **Pashchenko F.A.** Eksperimentalnye issldovaniya vliyaniya haraktera nagruzok na napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie podpornykh stenok // Stroitel'naya mehanika inzhenernykh konstruksij i sooruzhenij. – 2021. – № 17(1). – S. 82-91.

Критерии авторства

Лисичкин С.Е., Рубин О.Д., Пащенко Ф.А., Харьков Н.С. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись.

Лисичкин С.Е., Рубин О.Д., Пащенко Ф.А., Харьков Н.С. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию: 15.04.2021 г.

Одобрена после рецензирования 12.05.2021 г.

Принята к публикации 05.06.2021 г.

Criteria of authorship

Lisichkin S.E., Rubin O.D., Pashchenko F.A., Kharkov N.S. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript.

Lisichkin S.E., Rubin O.D., Pashchenko F.A., Kharkov N.S. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 15.04.2021

Approved after reviewing 12.05.2021

Accepted for publication 05.06.2021

Оригинальная статья

УДК 502/504: 627.8

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-69-79

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОБСЛЕДОВАННЫХ ГИДРОУЗЛОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ И КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ ИХ ВОДОЕМОВ

ГРИЦАН ВИТАЛИЙ ВИКТОРОВИЧ, академический советник

vvgritsan@bk.ru

Межрегиональная общественная организация «Академия проблем водохозяйственных наук»; 127434, г. Москва, Б. Академическая, 44. Россия

В статье приведены результаты обследований 311 гидротехнических сооружений IV класса, выполненные в 2016-2020 гг. в Московской области. Классифицированы все водоемы обследованных гидроузлов по характерным признакам, оценивалось техническое состояние водопропускных сооружений и плотин, установлен уровень безопасности как отдельных сооружений, так и гидроузлов в целом. При проведении обследований устанавливались технические параметры сооружений, оценивалось состояние каждого сооружения и гидроузла в целом, рассматривались возможность их аварии и степень опасности для территорий в нижнем бьефе. При этом разрабатывались рекомендации по устранению серьезных повреждений и с помощью экспертизы определялись размеры стоимости необходимых ремонтных работ. Дана оценка вопросам экологического состояния районов расположения гидроузлов и самих гидроузлов как блоков экологического каркаса территорий.

Ключевые слова: классификационные признаки, водоем, безопасность, гидроузел, гидротехнические сооружения, техническое состояние

Формат цитирования: Грицан В.В. Техническое состояние обследованных гидроузлов Московской области и классификационные признаки их водоемов // Природообустройство. – 2021. – № 3. – С. 69-79. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-69-79.

© Грицан В.В., 2021