

УДК 628.38

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ КРЕПЛЕНИЯ БЫСТРОТОКА ВОДОСБРОСНОГО СООРУЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ПОКАЗАТЕЛЯ НАДЕЖНОСТИ

Пашенцев А.И.¹

КФУ им. В.И. Вернадского, Институт «Академия строительства и архитектуры»
e-mail: Aleksandr_Pashentsev@mail.ru

Аннотация. Представлен и опробован синтезированный методический подход к оценке устойчивости железобетонных плит крепления быстротока водосбросного сооружения на основе показателей надежности на всплытие и опрокидывание на примере реально работающего гидротехнического сооружения в Белогорском районе Республики Крым, который показал объективность полученных результатов, что подкреплено расчетом критерия согласия Кохрена. Доказано соответствующим расчетом наличие сильной прямо пропорциональной связи между скоростями потока воды в конце быстротока и закрепленного русла реки.

Предмет исследования: процесс исследования устойчивости железобетонных конструкций крепления быстротока водосбросного сооружения, находящегося под воздействием ниспадающего потока воды, обладающего значительной кинетической энергией способной привести к разрушению отдельных элементов сооружения.

Материалы и методы: исследование выполнено на основе применения методов: анализа, позволившего провести совершенствование методического подхода к оценке устойчивости конструкций крепления водосбросного сооружения; вероятностного, позволившего провести апробацию предложенного подхода с учетом доверительного уровня надежности сооружения; корреляционного, позволившего установить степень тесноты между скоростями потока воды в конце быстротока и закрепленного русла реки; сравнительного, позволившего сопоставить параметры расчета устойчивости конструктивных элементов быстротока с учетом и без учета надежности.

Результаты: проведен расчет устойчивости железобетонных плит быстротока водосбросного сооружения по синтезированному методическому подходу на примере реально работающего водосбросного сооружения гидроузла в Белогорском районе Республики Крым, который показал объективность полученных результатов.

Выводы: разработан и опробован методический подход к оценке устойчивости железобетонных плит крепления быстротока водосбросного сооружения в основе, которого находится сопоставление опрокидывающего и взвешивающего моментов с учетом показателя доверительной вероятности безотказной работы сооружения.

Ключевые слова: быстроток, надежность, неразрывающаяся скорость, удерживающий момент, опрокидывающий момент.

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения безопасности работы гидроузла применяется водосбросное сооружение, предназначенное для сброса излишнего объема воды с целью предотвратить подтопление и затопление расположенных в нижнем бьефе территорий. Ниспадающий поток воды по быстротоку обладает значительной величиной кинетической энергии и способен разрушить конструктивные элементы водосброса, что приведет к нарушению работы всего гидроузла и катастрофическим последствиям. Исключить подобную ситуацию из практики эксплуатации гидротехнического сооружения можно в случае проектирования сооружений с учетом показателя надежности, предусматривающего наличие запаса прочности конструкций, что в совокупности позволит им выдержать расчетные нагрузки от воздействия потока воды и обеспечить безопасность территорий нижнего бьефа. Нужно отметить, что конструкции водосбросного сооружения выполняются в большинстве случаев из сборного монолита (железобетонных плит), что позволяет получить жесткую конструкцию сооружения. Однако между плитами остаются швы, которые заделываются согласно требований нормативных документов, но они не исключают фильтрацию воды и местный размыв, что существенно снижает

их устойчивость на всплытие и опрокидывание. В этой связи рассмотрение вопросов оценки устойчивости плит крепления водосбросного сооружения с учетом показателя надежности является актуальным, что позволяет повысить уровень безотказности сооружения.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящего исследования является апробация методического подхода к оценке устойчивости железобетонных плит крепления быстротока водосбросного сооружения с учетом показателя надежности. Для достижения данной цели решены задачи: проведен анализ точек зрения российских ученых по теме исследования, представлен методический подход и проведена апробация на примере реально работающего гидротехнического объекта Республики Крым.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросам исследования безопасности эксплуатации водосбросных сооружений гидроузла посвящены работы российских ученых, которые отличаются логикой и объективностью рассуждений. Так ученый А.Р. Гаврилов считает необходимым рассматривать надежность

водосбросных сооружений в общей совокупности, акцентируя внимание на обеспечении максимально возможного показателя в целом по гидроузлу [1]. Однако гидроузел включает в себя определенный состав сооружений: плотина, водохранилище, донный водовыпуск, водопропускное сооружение. Для обеспечения надежности всего гидроузла необходимо обеспечить высокую надежность каждого из указанных выше сооружений, что позволит сохранить работоспособность в целом сооружения в периоде времени согласно требований нормативных документов. При этом ученый исходит из точки зрения, что расчет надежности необходимо проводить отдельно по каждому сооружению, а итоговую оценку можно получить, применяя классический метод. Российский ученый Р.О. Данилин рассматривает надежность гидроузла с точки зрения необходимости поэлементной оценки технического состояния каждого сооружения, входящего в его состав. При этом акцентируется внимание на возможности разработки и использования системы сбора, анализа и хранения информации об отказах и нештатных ситуациях на каждом из них в периоде времени [2]. Российский ученый П.И. Мыльников считает возможным оценивать инженерную защиту закрепленного русла с точки зрения обеспечения надежности конструкции успокоителя и отводящего канала. В частности, он отмечает, что «купирование энергии ниспадающей воды с быстротока возможно только при рациональном сочетании геометрических параметров и сопряжении успокоителя и отводящего канала» [3]. Российский ученый А.И. Пашенцев считает, что обеспечение надежности гидроузла в полной мере зависит от надежности работы водосбросного сооружения, чего можно добиться проведением наблюдения в периоде времени за техническим состоянием конструкций, созданием базы данных об отказах и проведением расчетного процесса по определению показателя надежности, который позволяет выделить низконадежные элементы и конструкции. При этом особое внимание уделяется согласованию параметров скорости ниспадающего потока воды через водосбросное сооружение со скоростью воды в нижнем бьефе, исходя из неразмывающих условий, включая закрепленные русла рек [5]. Российский ученый К.А. Савельев считает наиболее приемлемым в достижении позитивных результатов работы водосбросного сооружения подход конструктивизма. Он позволяет изучить разные технические решения и выявить возникновение негативных эффектов при их применении [6].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Водосбросное сооружение гидроузла при сбросе воды из водохранилища, для обеспечения безопасности территорий нижнего бьефа, испытывает значительные нагрузки от ниспадающего потока воды, движущегося с большой скоростью. В зависимости от уклона

расположения лотка быстротока данного сооружения скорость потока воды может оказывать размывающее воздействие на конструктивные элементы водосбросного сооружения, что может привести к частичному и даже полному его разрушению. В этом случае это сооружение уже не выполняет своей функциональной принадлежности и не может обезопасить объекты и сооружения, расположенные в нижнем бьефе от катастрофических последствий. Для купирования развития подобной ситуации необходимо проводить проектирование данных сооружений с учетом показателя надежности, что можно осуществить на основе синтезированного методического подхода, основанного на вероятностной оценке устойчивости железобетонных плит крепления водосбросного сооружения. В общем виде данный подход можно представить выражениями:

$$P \geq P(P_g \leq G); \quad (1)$$

где P_g – вертикальная взвешивающая сила; G – масса железобетонной плиты.

$$P \geq P(M_0 \leq M_y); \quad (2)$$

где M_0 , M_y – опрокидывающий и удерживающий моменты железобетонные плиты.

Массу железобетонной плиты можно определить учетом показателя надежности:

$$G = \mu \cdot P_g; \quad (3)$$

где μ_1 – показатель надежности при расчете устойчивости железобетонных плит на всплытие.

Опрокидывающий момент железобетонных плит с учетом показателя надежности:

$$M_y = \mu_2 \cdot M_0; \quad (4)$$

где μ_2 – показатель надежности при расчете устойчивости железобетонных плит на опрокидывание.

Показатель надежности при расчете устойчивости плит на опрокидывание [5, с. 91]:

$$\eta_{onp} = 1 + \frac{\sigma_m}{M_{onp}} \sqrt{2Ln\left(\frac{n_{onp}T}{LnP}\right)}; \quad (5)$$

δ_m – среднее квадратическое отклонение взвешивающей нагрузки опрокидывающего момента; n_{onp} – число нулей опрокидывающего момента; P – уровень доверительной вероятности безотказной работы; T – продолжительность воздействия потока воды на водосбросное сооружение.

Показатель надежности при расчете устойчивости плит на всплытие [3, с. 98]:

$$\eta_g = 1 + \frac{\sigma_g}{P_p} \sqrt{2Ln\left(\frac{n_{onp}T}{LnP}\right)}; \quad (6)$$

где δ_b – среднее квадратическое отклонение взвешивающей нагрузки опрокидывающего момента.

Особенностью выражения (6) является включение уровня доверительной вероятности безотказной работы, (УДВБР), что позволяет провести расчеты при разных значениях и установить соответствие между показателем надежности и величиной взвешивающей нагрузки опрокидывающего момента. Учитывая, что показатель УДВБР в расчетах может принимать вариативные значения 0,80; 0,85; 0,90; 0,95, то можно получить вариацию значений взвешивающей нагрузки опрокидывающего момента и принять тот, который отвечает принципу паритетности.

Неразмывающую скорость потока воды в лотке быстрого водосбросного сооружения можно определить по выражению (7), которое является синтезированным на основе рекомендаций ученых Р.О. Данилина [2], А.И. Пашенцева [5].

$$V_{np} = 1,10 - 1,35 \cdot \sqrt{\frac{\mu \cdot R}{\delta \cdot \eta_n}}; \quad (7)$$

где R – усталостная прочность бетона на разрыв водосбросного сооружения; m – коэффициент условий работы водосбросного сооружения; δ – высота выступов шероховатости железобетонных плит.

Нужно отметить, что в выражении (7) присутствует коэффициент, учитывающий условия работы сооружения. По мере усложнения условий данный показатель увеличивается, что указывает на увеличение негативного воздействия факторов окружающей среды. Проведение имитационного моделирования работы водосбросного сооружения в разных условиях воздействия факторов окружающей среды предложена дифференциация данного показателя в пределах 1,10-1,35, которые получены на основе использования математического выражения Д.Старджеса [5].

Коэффициент условий работы водосбросного сооружения предлагается определять:

$$\mu = \sqrt[3]{\mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \mu_3}; \quad (8)$$

где μ_1 – коэффициент условий работы, учитывающий снижение прочности бетонных конструкций; μ_2 –

коэффициент условий работы, учитывающий фильтрацию воды через швы бетонных конструкций; μ_3 – коэффициент условий работы, учитывающий деформацию бетонных конструкций под воздействием факторов внешней среды.

Размывающая скорость потока воды в закреплённом русле из каменной наброски [6, с. 89].

$$V_{np} = (1 + f + \operatorname{tg} \alpha \sqrt{\frac{\rho_z - \rho}{1,75 \cdot \rho}}) \sqrt{2 \cdot n \cdot d} \quad (9)$$

где f – коэффициент внутреннего трения грунта значения которого, принимаются 1,80 при условии, что $d > 50$, в случае выполнения условия $3 < d < 50$

значения данного коэффициента изменяются по линейной зависимости в интервале 0,80-1,7; α – угол наклона размываемой поверхности к горизонту; знак минус означает, что тангенциальная составляющая силы массы частицы совпадает с направлением потока воды; ρ – плотность воды; ρ_r – плотность грунта.

Нужно отметить, что зная закономерность изменения величины неразмывающих скоростей в нижнем бьефе с учетом физико-химических свойств грунта, можно определить длину и конструкцию в нижнем бьефе, выполненную из каменной наброски, что позволит существенно снизить затраты на строительство водосбросного сооружения. При этом полученные значения неразмывающих скоростей позволят обосновать устойчивость крепления нижнего бьефа, но с учетом придонных максимальных скоростей. Известно, что в качестве критерия, по которому можно оценить размывающую способность потока воды, выступает придонная скорость 0,30% -ой повторяемости [4, с. 56].

$$V_d = V_d + 3 \cdot \sigma_v; \quad (10)$$

где V_d – придонная скорость; σ_v – среднее квадратическое отклонение скорости.

Применение выражения (10) обосновано в работах Ц.Е. Мирцхулава [4], которое позволило установить, что на участке сопряжения бьефов камень диаметром 5-30 см может быть выброшен из массива придонной скоростью с вероятностью 0,05-0,30. Если использовать в исследовании экспериментальные законы, которые позволяют выявить изменения величины придонных скоростей в нижнем бьефе, то повысить устойчивость крепления каменной наброской можно ведением в расчет поправочных коэффициентов. Такой подход можно использовать при наличии неполной выборки данных наблюдений.

Апробация синтезированного методического подхода проведена на примере водосбросного сооружения объекта водного хозяйства в Белогорском районе Республики Крым, включающего в себя конструктивные элементы: лоток быстрого водосброса, водобойное сооружение, успокоитель, отводящий канал (все элементы выполнены из железобетонных плит) и нижний бьеф – русло реки, выполнено из каменной наброски. При этом исследование проведено для двух вариативных случаев:

1. Водобойное сооружение выполнено из сборных железобетонных плит, исключая элементы искусственной шероховатости.

2. Водобойное сооружение выполнено из сборных железобетонных плит, включая элементы искусственной шероховатости.

Цель апробации методического подхода состоит в проверке объективности синтезированного подхода к исследованию влияния конструктивной надежности быстрого водосброса на инженерную защиту закреплённых русел.

Для достижения поставленной цели решены задачи: систематизирована база исходных данных для расчетного процесса, проведены расчет вертикальной взвешивающей силы, расчет массы железобетонной плиты, опрокидывающего момента, удерживающего момента, показателя надежности при расчете устойчивости железобетонной плиты на всплытие и опрокидывание (учтены фактические условия работы конструкций водосбросного сооружения), определен перепад давления на участке сопряжения

бьефов, проведено сопоставление расчетной толщины плиты с фактической, определена неразмывающая скорость потока воды в лотке быстроготока, определена неразмывающая скорость в закрепленном русле, установлено наличие корреляционной связи между неразмывающими скоростью потока воды в лотке быстроготока и закрепленного русла реки (таблицы 2,3).

Таблица 2. Расчет степени тесноты между скоростями потока воды в конце быстроготока и закрепленного русла реки

Table 2. Calculation of the degree of tightness between the water flow rates at the end of the rapid flow and the fixed riverbed

$V_{л}, \text{ м/с}$	$V_{р}, \text{ м/с}$	τ	μ	χ	φ	ϕ	P
14,20	12,05	0,04	0,0484	104,04	145,20	122,91	0,044
14,25	12,10	0,023	0,0289	105,06	146,41	124,02	0,0255
14,30	12,17	0,01	0,010	106,09	148,11	125,35	0,01
14,35	12,21	0,0025	0,0036	107,12	149,08	126,37	0,003
14,40	12,28	0	0	108,16	150,80	127,71	0
14,45	12,31	0,0025	0,0001	109,20	151,53	128,64	0,002
14,50	12,38	0,01	0,0081	110,25	153,26	129,99	0,009
14,75	12,43	0,023	0,0256	111,30	154,50	131,14	0,024
14,99	12,50	0,04	0,0529	111,94	156,25	132,25	0,046
93,58	110,43	0,151	0,177	973,16	1225,14	1148,38	0,163
$U_{ср}=10,40$	$X_{ср}=12,27$						

Установлено наличие сильной прямо пропорциональной связи между скоростями потока воды в конце быстроготока водосбросного сооружения и закрепленного русла реки (коэффициент корреляции $R=0,967$), т.е. по мере увеличения скорости ниспадающего потока воды в водосбросном сооружении происходит увеличение скорости воды в нижнем бьефе (русле реки). Поэтому для предотвращения процесса размыва русла, затопления территории нижнего бьефа

необходимо погасить кинетическую энергию воды до приемлемых показателей, а также скорость воды до показателей неразмывающей, чего можно добиться применением конструктивных элементов быстроготока, включая элементы искусственной шероховатости. Расчет показателей устойчивости конструктивных элементов водосбросного сооружения с учетом показателя надежности и наличия элементов искусственной шероховатости представлен в таблице 3.

Таблица 3. Расчет параметров устойчивости конструктивных элементов быстроготока

Table 3. Calculation of stability parameters of high-speed structural elements

$h, \text{ м}$	G	Знак условия	P	M_0	M_y	W	G'	M'_y
0,40	3100	условия	3081,43	3211,02	3189,99	12,05	3512,83	3500,18
Проверка условий устойчивости								
1-ое условие	3121,43	>	3100	-0,067 %	Взвешивающая сила без учета надежности: не устойчиво			
2-ое условие	3121,43	<	3512,83	+12,52 %	Взвешивающая сила с учетом надежности: устойчиво			
3-ое условие	3211,02	>	3189,99	-0,068%	Опрокидывающий момент без учета надежности : не устойчиво			
4-ое условие	3211,02	<	3500,18	+9,00%	Опрокидывающий момент с учетом надежности : устойчиво			
5-ое условие	12,05	<	12,50	+18,11%	Скорость воды не превышает рекомендованную для крепления русла реки каменной наброской			
При глубине водобойного колодца 1,38 м не выполняются два из пяти условий – не наблюдается всплытие железобетонных плит крепления лотка быстроготока и нарушение работы водосбросного сооружения, не происходит подтопление ниже расположенных территорий в нижнем бьефе и не происходит размыв русла реки закрепленного каменной наброской								

Проверка устойчивости против всплытия железобетонных конструкций проводилась для двух принципиальных случаев - без учета и с учетом надежности конструктивных элементов быстротока по пяти условиями и трем показателям: скорость потока воды, взвешивающая сила, опрокидывающая сила. Первое условие показывает недостаточность взвешивающей силы на $-0,067\%$ (без учета надежности), что свидетельствует о возможности всплытия плит крепления быстротока, а второе показывает наличие запаса $+12,52\%$ (с учетом надежности), что показывает отсутствие условий способствующих всплытию плит крепления. Третье условие характеризует недостаточность величины удерживающей силы по сравнению с опрокидывающей на $-0,068\%$ (без учета надежности). Однако расхождение достаточно малое, что свидетельствует о наличии технических условий препятствующих опрокидыванию плит крепления. Однако наличие даже небольшого негативного значения опрокидывающего момента явно указывает на шаткость ситуации. Четвертое условие проверки характеризует достаточность величины удерживающей силы по сравнению с опрокидывающей на величину $9,00\%$ (с учетом надежности). Пятое условие характеризует

сопоставление скорости потока воды в русле реки с рекомендуемой для крепления каменной наброской, наблюдается запас на $18,11\%$.

На основе проведенных расчетов построены эпюры перепада давления на участке сопряжения бьефов с расчетными показателями. Установлено, что по сечению 1-1 (начало водобойного сооружения) наблюдается максимальное давление $4291,87$ кПа; по сечению 2-2 (эпюра давления потока воды на дно) давление на плиты крепления составляет $3121,43$ кПа происходит снижение нагрузки на $37,48\%$ ввиду процесса растекания воды по всей площади быстротока; по сечению 3-3 (эпюра давления воды в конце рисбермы) давление составляет $2819,24$ кПа, происходит снижение нагрузки на плиты крепления на $10,71\%$. Это наглядно подтверждает, что при глубине водобойного колодца $1,38$ м не происходит всплытие железобетонных плит быстротока и не происходит нарушение работы водосбросного сооружения.

В таблице 4 представлены результаты расчета относительной ошибки для случая глубины водобойного колодца $1,38$ м на основе критерия согласия.

Таблица 4. Коэффициент Кохрена, показатель относительной ошибки для случая глубины водобойного колодца $1,38$ м

Table 4. Kohren coefficient, an indicator of relative error for the case of a downhole depth of 1.38 m

h_s	V_n , м/с	V_p , м/с	r	K_r	Δ , %	Вывод
1,38	14,20 -14,99	12,05-12,50	0,965	0,67<0,81	1,43	Объективный

Скорость потока воды в лотке быстротока изменяется в пределах $14,20$ м/с (начальная точка – верх быстротока) и $14,99$ м/с (конечная точка – низ быстротока). Анализ данных скорости потока воды свидетельствует о постепенном ее увеличении по мере приближения к низу лотка быстротока. В этой связи использование для гашения кинетической энергии водобойного колодца глубиной $1,38$ м приводит к снижению скорости потока воды до $12,05-12,50$ м/с, что не превышает допустимое значение неразмывающей скорости для русла реки, закрепленного каменной наброской. Относительная ошибка расчетов составляет $1,43\%$, что не превышает допустимого значения, тем самым указывая на объективность полученных расчетных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен расчет устойчивости железобетонных плит быстротока водосбросного сооружения по синтезированному методическому подходу на примере реально работающего водосбросного сооружения гидроузла в Белогорском районе Республики Крым, который показал объективность полученных результатов, что подкреплено расчетом критерия согласия.

ВЫВОДЫ

Разработан и опробован методический подход к оценке устойчивости железобетонных плит крепления быстротока водосбросного сооружения в основе, которого находится сопоставление опрокидывающего и взвешивающего моментов с учетом показателя доверительной вероятности безотказной работы сооружения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов А.Р. Проектирование гидротехнических сооружений / А.Р. Гаврилов. – Казань: Витязь, 2019. – 212 с.
2. Данилин Р.О. Проектирование речных гидроузлов на нескальных грунтах / Р.О. Данилин. – М: Наука, 2020. – 278 с.
3. Мильников П.И. Проектирование гидротехнических сооружений / П.И. Мильников. – Курск: МСР, 2017. – 329 с.
4. Мирцхулава Ц.Е. Надежность гидромелиоративных сооружений / П.И. Мильников. – М: Колос, 1974. – 278 с.
5. Пашенцев А.И. Систематизация факторов, влияющих на инженерную защиту закрепленных русел / Пашенцев А.И., Гармидер А.А., Кумович Т.Е. //

Экономика строительства и природопользования. – №1 (86) 2023.– № 65-73 с.

6. Савельев К.А. Нижний бьеф плотин: учеб. пособие / К.А. Савельев [и др.]. – Казань: КГФУ, 2020. – 211 с.

REFERENCES

1. Gavrilov A.R. Design of hydraulic structures/A.R. Gavrilov. - Kazan: Vityaz, 2019. - 212 p.

2. Danilin R.O. Design of river waterworks on non-rocky soils/R.O. Danilin. - M: Nauka, 2020. - 278 p.

3. P.I. Mylnikov. Design of hydraulic structures/P.I. Mylnikov. - Kursk: MSR, 2017. - 329 p.

4. Mirskhulava С.Е. Reliability of irrigation and drainage facilities/P.I. Mylnikov. - M: Kolos, 1974. - 278 p.

5. Pashentsev A.I. Systematization of factors affecting the engineering protection of fixed channels/Pashentsev A.I., Garmider A.A., Kumovich T.E.//Economics of construction and nature management. No. 1 (86) 2023. No. 65-73 p.

6. Savelyev K.A. Lower dam heap: textbook/K.A. Savelyev [et al.]. - Kazan: KGFU, 2020. - 211 s.

AN APPROACH TO ASSESSING THE STABILITY OF REINFORCED CONCRETE SLABS FOR FAST-FLOW SPILLWAY STRUCTURES, TAKING INTO ACCOUNT RELIABILITY INDICATOR

Pashentsev A.I.

Vernadsky Crimean Federal University. Institute "Academy of Construction and Architecture"
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493
e-mai: Aleksandr_Pashentsev@mail.ru

Annotation. A synthesized methodological approach to assessing the stability of reinforced concrete slabs anchoring a rapid-flow spillway structure based on the reliability indicators for surfacing and tipping is presented and tested using the example of a real-life hydraulic engineering structure in the Belogorsky district of the Republic of Crimea, which showed the objectivity of the results obtained, which is supported by the calculation of the Kohren consent criterion. A corresponding calculation has proved the existence of a strong directly proportional relationship between the flow rates of water at the end of the rapid flow and the fixed riverbed.

Subject of the study: the process of studying the stability of reinforced concrete structures for securing a rapid-flow spillway structure under the influence of a falling stream of water with significant kinetic energy capable of destroying individual elements of the structure.

Materials and methods: the study was carried out based on the application of the following methods: analysis, which allowed for the improvement of a methodological approach to assessing the stability of spillway attachment structures; probabilistic, which allowed for the testing of the proposed approach, taking into account the confidence level of the reliability of the structure; correlation, which allowed to establish the degree of tightness between the flow rates of water at the end of the rapid flow and the fixed riverbed; comparative analysis, which made it possible to compare the parameters for calculating the stability of structural elements of high-speed flow, taking into account and without taking into account reliability.

Results: the stability of reinforced concrete slabs of a rapid-flow spillway structure was calculated using a synthesized methodological approach using the example of a really working spillway structure of a hydroelectric power plant in the Belogorsky district of the Republic of Crimea, which showed the objectivity of the results obtained.

Conclusions: a methodological approach has been developed and tested to assess the stability of reinforced concrete slabs for fast-flow fastening of a spillway structure, based on a comparison of tipping and weighing moments, taking into account the indicator of the confidence probability of trouble-free operation of the structure.

Key words: high-speed, reliability, non-breaking speed, holding moment, tipping moment