

Гидравлика и инженерная гидрология

УДК 502/504:626.82 : 631.6

Ю. М. Косиченко, доктор техн. наук

Федеральное государственное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Оценка безопасности имеет существенное значение для гидротехнических сооружений мелиоративного назначения. Поскольку такую оценку дают не всем объектам, требуется обоснование и уточнение положения Закона «О безопасности гидротехнических сооружений» применительно к низконапорным мелиоративным сооружениям, благодаря чему повысится их безопасность и эксплуатационная надежность.

Evaluation of safety is of significant importance for hydrotechnical structures of melioration purpose. As such evaluation is not given to all the objects, there is needed substantiation and clarification of the statement «About the safety of hydrotechnical structures» applicable to the low-pressure melioration structures which will result in improvement of their safety and operational reliability.

Одно из главных мест в водохозяйственном комплексе России занимают объекты и гидротехнические сооружения, находящиеся в ведении Минсельхоза России. По данным мелиоративного кадастра, общая балансовая стоимость мелиоративных систем (оросительных и осушительных) всех форм собственности составляет 312,9 млрд р., из них в федеральной собственности находятся мелиоративные объекты на сумму 83,9 млрд р., в собственности субъектов Российской

Федерации — мелиоративные объекты на сумму 28,2 млрд р., в муниципальной собственности и в собственности юридических и физических лиц — мелиоративные объекты на сумму 200,7 млрд р.

Общее число гидротехнических сооружений на мелиоративных системах — 1 млн 918 тыс., из них в ведении государства — 282 тыс., (в федеральной собственности — 58 тыс., в собственности субъектов Российской Федерации — 224 тыс. сооружений).

На балансе (в ведении) федеральных государственных учреждений Департамента мелиорации Минсельхоза России находятся 250 водохранилищ, 2 201 регулирующий гидроузел, 499 водозаборных сооружений, 29 000 км каналов оросительных систем и 13 700 км каналов осушительных систем, 5 347 км трубопроводов, 1 661 насосная станция, 9 253 сетевых гидротехнических сооружений на оросительных системах, 5 570 регуляторов и других объектов.

За годы реформ площадь орошаемых земель в засушливых регионах России сократилась с 3,9 до 2,2 млн га. Резко ухудшилось состояние оросительных систем. Особенно пострадала сложная сеть транспортирующих и распределительных каналов, водозаборных и подпорно-регулирующих сооружений, насосных станций, сбросной и коллекторно-дренажной сети. Из-за отсутствия необходимых ремонтно-эксплуатационных работ, замены технического оборудования, строительства новых мелиоративных объектов деградация оросительных систем достигала критической черты [1].

Действие Закона «О безопасности гидротехнических сооружений» на сооружения I...IV классов капитальности (напор водохранилища — более 3 м, объем — более 0,5 млн м³) [2].

Из общего числа гидротехнических сооружений только небольшая часть находится в ведении Министерства природных ресурсов Российской Федерации — 1 105 (сооружений энергетического назначения — 394, сооружений водно-транспортного и промышленного назначения — 1 450). Наибольшее число гидротехнических сооружений находится в ведении Минсельхоза России — 1 918 000, что почти на три порядка больше, чем в других ведомствах. Надзор за безопасностью гидротехнических сооружений осуществляют три федеральных органа: надзор за безопасностью гидротехнических сооружений промышленности и энергетики —

«Ростехнадзор»; надзор за безопасностью гидротехнических сооружений, находящихся в ведении Министерства природных ресурсов и Министерства сельского хозяйства Российской Федерации — «Росприроднадзор»; за безопасностью судоходных гидротехнических сооружений — «Ространснадзор».

Из представленных данных видно, что подавляющее большинство гидротехнических сооружений мелиоративного назначения не входит в сферу надзора, поскольку это, как правило, мелкие сооружения IV класса капитальности с напором менее 3 м, декларации безопасности на которые не разрабатываются. Однако необходимо иметь в виду, что данные сооружения в соответствии с Законом «О безопасности гидротехнических сооружений» также могут быть потенциально опасны: из-за негативного влияния на окружающую среду, хозяйственные объекты; из-за ущемления законных интересов граждан. Мелиоративные системы следует рассматривать как сложные социально-экономические комплексы и гаранты высоких устойчивых урожаев в зонах рискованного земледелия, поэтому их стабильное и безаварийное функционирование представляется серьезной народно-хозяйственной задачей [2].

Наибольшее число гидротехнических сооружений мелиоративного назначения федеральной собственности составляют мелиоративные каналы и сетевые сооружения. Оценим их эксплуатационную надежность, причины ненадежности и возможные аварийные ситуации. К настоящему времени срок эксплуатации большинства сооружений мелиоративного назначения составляет от 25 до 50 лет. Такой срок является предельным для сооружений подобного класса. Ввиду длительного срока работы многие из этих сооружений характеризуются значительным снижением пропускной способности, имеют разрушения, некоторые из них находятся в аварийном или нерабочем состоянии.

По результатам обследования регулирующих сооружений пропускной способностью до 10 м³/с (трубчатых, регуляторов-быстротоков и шахтных регуляторов-перепадов, выполненных по типовым проектам) в Ростовской области, Краснодарском и Ставропольском краях были выявлены основные причины их ненадежной работы [3]:

- превышение гидравлического перепада расчетных значений, рекомендуемых типовым проектом — 45 %;
- размыв нижнего бьефа за рисбермой — 85 %;
- сбой течения в нижнем бьефе — 35 %;
- расстройство стыков отдельных звеньев труб — 40 %;
- разрушение крепления рисбермы и земляных откосов за рисбермой — 80 % и др.

Эксплуатационная надежность трубчатых гидротехнических сооружений на оросительных системах будет обеспечиваться, если выполняются следующие условия:

- а) по поддержанию гидравлического перепада
 $\varphi(Z) = Z - Z_p \leq 0;$

- б) по пропускной способности
 $\varphi(Q) = Q_p - Q \geq 0,$
 $\alpha(Q_p) \geq \varphi(Q) \geq 0;$
- в) по соблюдению затопленного режима сопряжения в нижнем бьефе
 $\varphi(h''_c) = h''_c - h_6 < 0;$
- г) по вероятности безотказной работы
 $\varphi(P) = P - P_{тр} > 0;$

д) по фильтрационным деформациям грунта основания в нижнем бьефе
 $J_{вых} \leq J_{кр}/m,$
 где Z, Z_p — гидравлический перепад уровней воды, фактический (при эксплуатации) и расчетный; Q, Q_p — фактическая и расчетная пропускная способность (расход) сооружения; α — коэффициент допустимого снижения пропускной способности (0,03...0,05); h''_c — вторая сопряженная глубина со сжатой в нижнем бьефе; $P, P_{тр}$ — вероятность безотказной работы, фактическая и требуемая; $J_{вых}, J_{кр}$ — действительный выходной и критический градиент напора фильтрационного потока; m — коэффициент запаса.

Работоспособность оросительной системы в значительной степени зависит от эксплуатационной надежности основных ее элементов — оросительных каналов различного порядка.

На рисунке представлены возможные аварийные ситуации и их последствия при эксплуатации каналов в земляном русле, непосредственно



Возможные аварийные ситуации, причины и их последствия при эксплуатации каналов в земляном русле

влияющие на безопасность каналов. При этом возможными аварийными ситуациями являются следующие: прорыв дамб, подтопление и затопление прилегающих территорий, значительные деформации ложа канала, размывы нижнего бьефа за гидротехническим сооружением. Причины, вызывающие аварийные ситуации: размыв русла, оползание откосов, суффозионные и просадочные явления, повышенная фильтрация, морозное пучение.

Причины снижения эксплуатационной надежности: для облицованных каналов — разрушение швов, водопроницаемость облицовок, подмыв и деформация плит; для лотковых каналов — разгерметизация стыков, заиление и неравномерные просадки опор.

Условия гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности каналов рассмотрены в работе [3]: по водопроницаемости, заиливанию и неразмываемости; по кпд и комплексному показателю эксплуатационной надежности $P_э$ (соотношение фактического и требуемого кпд: $P_э = \eta/\eta_{тр}$). При этом фактический кпд определяют в процессе эксплуатации каналов, а требуемый кпд устанавливают по строительным нормам и правилам.

На основании анализа натуральных исследований и полученных данных величину требуемого комплексного показателя принимаем равной не менее 0,95.

В таблице приведены сведения о гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности ряда магистральных каналов в различных регионах Северного Кавказа.

Оценка гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности магистральных каналов Северного Кавказа

Канал	Расход, м ³ /с	Длина, км	Глубина, м	Характер ложа	Глубина залегания уровня грунтовых вод, м	Коэффициент полезного действия	Показатель эксплуатационной надежности
С высокой эксплуатационной надежностью							
Большой Ставропольский (1-я очередь)	180,0	155,4	5,13	Земляное	–	0,96	1,06
Большой Ставропольский (3-я очередь)	55,0	42,50	3,0	Облицовка бетоно-пленочная	> 2,0	0,97	1,02
Донской магистральный канал	250,0	112,2	6,5...8,0	Земляное	0,5...8	0,89	0,99
Канал имени Октябрьской революции	50,0	91,50	2,5...4,5	Облицовка бетоно-пленочная	2,4	0,92	0,97
С невысокой эксплуатационной надежностью							
Багаевский магистральный канал	30,0	36,45	3...4,5	Земляное	1,5...3	0,75	0,93
Азовский магистральный канал	20,0	84,95	2,0...3,8	Земляное	0,5...5	0,75	0,83
Верхне-Сальский магистральный канал	30,0	98,80	1,8...2,3	Земляное	>2,5	0,70	0,78
Старотеречный	75,0	68,00	1,5...5,0	Земляное	1,8	0,48	0,53

Анализируя эти данные, можно отметить высокие значения кпд для четырех каналов (Большой Ставропольский-1, Большой Ставропольский-3, Донской магистральный канал, Канал име-

ни Октябрьской революции), которые составляют от 0,89 до 0,97, а также комплексного показателя эксплуатационной надежности $P_э$, изменяющегося от 0,97 до 1,06. Высокие показатели

эксплуатационной надежности получены не только для каналов с противофильтрационными облицовками, но и для каналов в земляном русле, находящихся в хорошем состоянии (Донской магистральный канал, Большой Ставропольский-1). Наиболее высокие значения КПД (0,97) и показателя P_0 (1,02) зафиксированы на Большом Ставропольском-3, где на всем протяжении канала имеется эффективное бетонно-пленичное покрытие.

Однако большинство каналов Северного Кавказа имеет невысокую эксплуатационную надежность как по показателю КПД, так и по показателю P_0 . Значения их КПД изменяются от 0,47 до 0,80, а значения показателя P_0 — от 0,52 до 0,86. Это Багаевский, Азовский, Верхне-Сальский и Старотеречный магистральные каналы.

Выводы

Для гидротехнических сооружений мелиоративного назначения существенное значение имеет оценка их безопасности. В настоящее время такую оценку дают не всем сооружениям, хотя, согласно Закону «О безопасности гидротехнических сооружений», они могут оказывать негативное влияние на окружающую среду и хозяйственные объекты, а также ущемлять законные интересы граждан. В связи с этим требует-

ся соответствующее обоснование и уточнение положения Закона применительно к низконапорным мелиоративным сооружениям. Подобное уточнение, по мнению автора, позволит обеспечить повышение безопасности и эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений мелиоративного назначения.

Ключевые слова: оценка безопасности, эксплуатационная надежность гидротехнических сооружений, Закон «О безопасности гидротехнических сооружений», снижение пропускной способности.

Список литературы

1. Гулюк, Г. Г. Основные направления развития оросительных мелиораций в России [Текст] / Г. Г. Гулюк // Современные проблемы мелиорации земель, пути и методы их решения. — Новочеркасск : ФГНУ «РосНИИПМ», 2003. — Ч. 1. — С. 7–11.
2. Щедрин, В. Н. Вопросы контроля технического состояния и безопасности гидротехнических сооружений [Текст] / В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, Г. А. Сенчуков // Современные проблемы мелиорации земель, пути и методы их решения. — Новочеркасск : ФГНУ «РосНИИПМ», 2003. — Ч. 1. — С. 207–220.
3. Щедрин, В. Н. Эксплуатационная надежность оросительных систем [Текст] / В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, А. В. Колганов. — М. : ФГНУ «Росинформротех», 2005. — 392 с.