

УДК 624.059

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШЛЮЗОВ-РЕГУЛЯТОРОВ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ РЕСПУБЛИКИ

В.Н. Карнаухов, кандидат технических наук

Г.В. Азява, старший научный сотрудник
РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: шлюз-регулятор, техническое состояние, ремонт, реконструкция, неисправность, надежность, затраты

Введение

По балансу влаги в многолетнем ряду территория республики относится к достаточно увлажненным районам. В среднем за год выпадает 600 мм осадков, в многоводные годы количество их доходит до 899, а в засушливые снижается до 350 мм. Наибольшее количество осадков (до 75%) выпадает в теплый период года. В это же время наблюдается и самое интенсивное испарение. Даже в среднеувлажненные теплые периоды испарение превышает осадки.

Влагообеспеченность территории оценивается условным показателем увлажнения – гидротермическим коэффициентом (Г.Т.К.). При величине Г.Т.К. 1,1-1,6 принято считать условия увлажнения хорошими, при Г.Т.К. равным 1 и менее создаются засушливые условия. Для условий республики Г.Т.К. за период активной вегетации изменяется в пределах от 1,3 до 1,5, что характеризует хорошее увлажнение. Однако в засушливые годы и, особенно, в отдельные периоды этих лет имеют место периоды без осадков (коэффициент увлажнения менее 0,5), когда для сельскохозяйственных культур появляется дефицит влаги, что снижает их урожайность.

Вопрос регулирования почвенной влажности при мелиорации избыточно-увлажненных земель в условиях Беларуси является весьма актуальным. В республике нашли применение два способа увлажнения сельскохозяйственных культур – орошение дождеванием и подпочвенное увлажнение. Учитывая, что орошение дождеванием дорогостоящий и ресурсоемкий способ, он носит ограниченный характер. Системы орошения, построенные в 70-80 гг. прошлого столетия, в настоящее время пришли в негодность и списаны с баланса предприятий. Всего в настоящее время действует 46,9 тыс. га оросительных систем.

Второй способ – это подпочвенное увлажнение, или субиригация. Такие системы построены в республике на площади 752,9 тыс. га. Мелиорировано 1068 тыс. га органических почв и 1201 тыс. га легких по механическому составу почв (табл. 1). Значительная часть этих земель сосредоточена в поймах рек-водоприемников, которые в основ-

Таблица 1 – Распределение площадей осушенных сельскохозяйственных земель по группам почв

Область	Площадь осушенных с/х земель, га		Из них по группам почв					
	всего	в т.ч. на системах с двусторонним регулированием	органические	в том числе		минеральные	в том числе	
				торфяные	антропогенно-преобразованные торфяные*		песчаные и супесчаные	суглинистые и глинистые
Брестская	684,9	284,9	299,2	236,2	63,0	385,7	363,9	21,8
Витебская	521,4	-	79,6	69,5	10,1	441,8	32,8	409,0
Гомельская	524,7	275,7	237,7	180,2	57,5	287,0	258,3	28,7
Гродненская	291,1	16,8	86,6	86,4	0,2	204,5	189,3	15,2
Минская	593,1	158,0	281,8	230,5	51,3	311,3	236,7	74,6
Могилевская	290,4	17,5	83,3	85,2	8,1	207,1	120,2	86,9
Всего	2905,6	752,9	1068,2	878,0	190,2	1837,4	1201,2	636,2

* С содержание органического вещества менее 50%.

ном отрегулированы. Это такие реки, как Лань, Морочь, Бобрик, Оресса, Зельвянка, Поня, Неманец, Лоша, верховья рек Случи, Ясельды и многих других. Используются эти земли под лугопастбищные севообороты. Поэтому регулирование влажности почв на этих землях крайне актуально. Основным способом увлажнения на таких землях является субиригация.

Учитывая это, роль подпорно-регулирующих сооружений и, особенно, шлюзов-регуляторов является первостепенной. Шлюзы-регуляторы построены на водотоках с расходом воды в бровках в пределах 15-20 м³/с и более, т.е. на основных источниках водных ресурсов для увлажнения мелиорируемых земель.

Без шлюзов-регуляторов обеспечить регулирование почвенной влажности мелиорируемых земель и поддержание уровней на сопредельных землях не представляется возможным. Они играют также определенную противопожарную и рекреационную роль, стабилизируя уровни грунтовых вод ряда регионов республики, особенно в южной и центральной зонах.

Кроме того, шлюзы-регуляторы в большинстве случаев расположены на автомобильных дорогах разной категории и используются как мостовые переезды. Многолетняя практика эксплуатации железобетонных сооружений во всем мире показала, что расходы на ремонт и реконструкцию современных объектов из железобетона за последние два десятилетия значительно возросли. Это, в частности, объясняется значительным усложнением условий эксплуатации сооружений за счет постоянного возрастания рабочих нагрузок на железобетонные конструкции, с одной стороны, и загрязнения окружающей среды – с другой. Этим отрицательным воздействиям особенно подвергаются переездные сооружения. Существенное увеличение грузоподъемности автомобильного транспорта, общего объема транспортировки, интенсивное применение антиобледенителей различного типа, а также агрессивность естественных природных условий (таких, к при-

меру, как многократный переход температуры в течение суток через нулевую отметку) привели, в лучшем случае, к сокращению сроков межремонтной эксплуатации переездных конструкций, а в худшем – к моральному износу и выведению отдельных пролетных строений шлюзов-регуляторов из категории высокой грузоподъемности.

Результаты исследований и их обсуждение

С каждым годом количество сооружений, требующих ремонтно-восстановительных работ увеличивается. В этой ситуации особую актуальность приобретают вопросы диагностики состояния гидротехнических сооружений. Четкое определение состояния, в котором находится эксплуатируемое сооружение, является необходимым условием для выработки обоснованных мероприятий по поддержанию надлежащего уровня надежности и безопасности гидротехнических сооружений.

Как показывает опыт обследования шлюзов-регуляторов, эксплуатационный персонал часто испытывает затруднения в определении (оценке) состояния обследуемых сооружений, так как флютбет сооружения всегда находится под водой. Кроме того, в гидротехнике до сих пор не сформулированы определения возможных состояний гидротехнических сооружений.

Для оценки технического состояния шлюзов-регуляторов были запрошены все ремонтно-строительные организации (ПМС) республики для подготовки информации по специально разработанной форме. Информация из ПМС получена по всем районам. Специалисты РУП «Институт мелиорации» провели также экспедиционное обследование состояния шлюзов-регуляторов в четырех районах Витебской и Минской области. Вся полученная и обработанная информация по техническому состоянию шлюзов-регуляторов по областям республики сведена в табл. 2.

На мелиоративных системах находится на балансе 2156 шлюзов-регуляторов. Строились они в разные годы и по разным типовым проектам, включая и индивидуальные проектные решения. В процессе оценки технического состояния шлюзов-регуляторов установлено, что ряд сооружений находится в аварийном состоянии и требуется незамедлительное решение по их реконструкции, тем более что подпорные сооружения совмещены с переездами на магистралях как районного, так и областного назначения. Всего требуют ремонтных и восстановительных работ более 38% построенных сооружений. В настоящее время сложилась крайне неблагоприятная ситуация с возможностью регулирования уровня режима в водотоках по причине того, что в 45% шлюзов-регуляторов затворы и подъемные механизмы находятся в нерабочем состоянии и требуется их ремонт или замена. В соответствии с ТКП 45-3.04-176-2009 эти виды работ отнесены к уходным.

Установлены характерные деформации и повреждения, из-за которых сооружения не могут успешно выполнять свои эксплуатационные функции. К основным видам неисправностей шлюзов-регуляторов относятся:

Таблица 2 – Техническое состояние шлюзов-регуляторов на мелиоративных системах в Республике Беларусь

Область	Требуется			Количество элементов шлюзов-регуляторов, требующих ремонтно-восстановительных работ, шт.												
	Количество всего	реконструкция	ремонт	уходные работы	понаур	рисберма	береговые устои, бычки, открылки	днище	пролетное строение	затворы, подъемные механизмы	газовые рамы	пазухи	наличие обходной фильтраци	наличие служеб. мостик, перильные ограждения, лестницы	подъемы к шлюзам	отсутствие зуба в верхнем и нижнем бьефах
Брестская	364	9	93	117	82	79	77	48	25	89	18	25	7	95	35	51
Витебская	105	6	47	40	57	54	34	16	19	80	30	27	3	43	20	28
Гомельская	542	20	131	298	259	279	177	107	132	202	53	79	37	193	145	119
Гродненская	229	14	103	51	94	97	107	35	71	115	63	37	5	80	70	55
Минская	637	27	231	258	291	314	267	172	143	328	122	158	35	293	158	292
Могилевская	279	25	123	82	180	186	154	136	114	157	92	109	35	157	81	120
Итого	2156	101	728	846	963	1009	816	514	504	971	378	435	122	861	509	665

Примечание: таблица составлена по итогам инвентаризации, проведенной РУП «Институт мелиорации» на основании данных ПМС и обследований в июле 2009 г.

а) размыв крепления русла перед сооружениями. Вымыв грунта из-под плит крепления понура, расстройство стыков между ними;

б) повреждение щитовых устройств и винтоподъемников. Выход из строя затворов вследствие перекоса, заклинивания и других причин;

в) расстройство стыков между элементами сборных сооружений. Раскрытие стыков и вымыв грунта засыпки в водопроводящий тракт и в нижний бьеф;

г) размыв грунта по контуру сооружения – значительная контактная фильтрация;

д) образование провалов грунта насыпок пазух;

е) вымыв грунта в нижнем бьефе из-под днища и устоев;

ж) разрушение крепления в нижнем бьефе; при этом зафиксировано большое разнообразие видов разрушений, вызванных различными причинами;

з) размыв отводящего русла; при этом отмечается боковая эрозия, т.е. разрушение откосов и размывы дна;

и) шелушение бетона – отслоение затвердевшего цементного раствора с последующим выщелачиванием заполнителя. При несвоевременном ремонте они могут быть очагами более серьезных разрушений – выбоин, оголений арматуры, проломов плит и т.п.;

к) выбоины овального очертания глубиной до 3...5 см на поверхности плит покрытий и облицовок;

л) раковины на бетонных поверхностях сооружений, облицовок, покрытий;

м) разрушение кромок и граней плит облицовок и покрытий;

н) разрушение заполнителя деформационных швов: выкрашивание, выплавление, выдувание, вымывание;

о) трещины в плитах облицовок и покрытий;

п) отколы углов и краев плит облицовок и покрытий;

р) разрушение стыковых соединений;

с) истирание и коррозия бетона.

Разрушения в шлюзах-регуляторах в основном находятся в пределах колебания межвенных горизонтов воды в период осенне-зимних и весенних заморозков с диапазоном до 30 см. Глубина разрушения конструкций – до 0,5 м, что определяется глубиной их промерзания. Основные причины уменьшения долговечности бетонных и железобетонных шлюзов-регуляторов и других гидротехнических сооружений можно разделить на три группы. К первой относятся нарушения технологии изготовления бетонных и железобетонных изделий и применение материалов, не соответствующих предъявляемым требованиям. Вторая группа объединяет разрушения шлюзов-регуляторов, связанные с методами их возведения и режимом эксплуатации. Третья группа включает возникновение деформаций гидротехнических сооружений, связанных с коррозией бетонных и железобетонных конструкций.

В соответствии с [1] определено пять технических состояний шлюзов-регуляторов:

Таблица 3 – Техническое состояние шлюзов-регуляторов по категориям

Область	Количество шлюзов-регуляторов, шт.	в том числе по категориям эксплуатационной надежности, шт.				
		I	II	III	IV	V
Брестская	364	144	31	86	93	9
Витебская	105	9	30	13	47	6
Гомельская	542	127	130	132	131	20
Гродненская	229	60	24	28	103	14
Минская	637	118	146	115	231	27
Могилевская	279	50	34	47	123	25
Итого	2156	508	395	421	728	101

исправное, неисправное, ограниченно работоспособное, неработоспособное, предельное. Для оценки технического состояния шлюзов-регуляторов при определении критериев эксплуатационной надежности принята следующая классификация их состояний, адаптированная к реальным условиям с учетом информации ПМС по республике и анализа результатов выборочного обследования, выполненного РУП «Институт мелиорации»:

I – исправное состояние – состояние шлюза-регулятора, когда все его элементы исправны и соответствуют проекту;

II – неисправное (удовлетворительное) состояние – состояние, при котором не обеспечивается требуемый напор воды в верхнем бьефе из-за неисправности затворов и (или) подъемных механизмов и имеются неисправности других элементов сооружения, не влияющие на его способность выполнять основные функции (поддержание уровней воды в водотоке в заданном режиме и (или) обеспечение проезда). К данной классификации отнесены сооружения, требующие технического ухода;

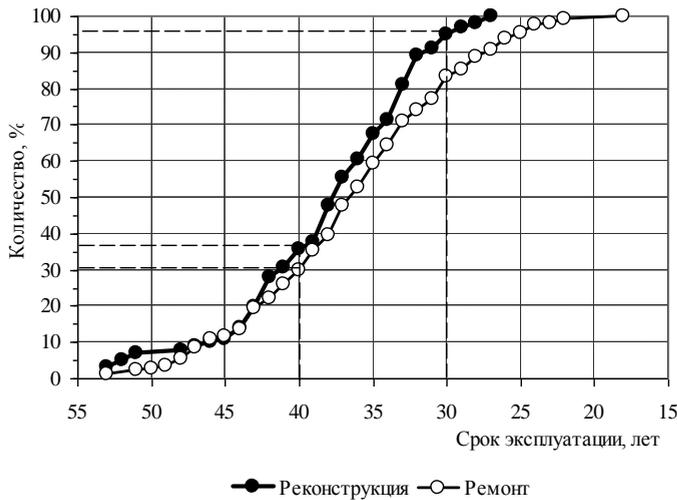
III – ограниченно работоспособное (не вполне удовлетворительное) – состояние, при котором обеспечивается выполнение основных функций сооружения при соблюдении ограничений на эксплуатационные требования. Вводятся ограничения на некоторые параметры эксплуатации (уменьшение напора, ограничения на транспортные нагрузки и др.).

Непременным условием работоспособного состояния шлюза-регулятора является обеспечение его основных функций после проведения ремонта отдельных элементов шлюза (пазух, затворных рам, крепления понура, рисбермы и др.).

IV – неработоспособное (неудовлетворительное) – состояние, при котором не выполняются основные функции сооружения и требуется составление проектно-сметной документации на проведение его капитального ремонта;

V – предельное (предаварийное) – состояние, когда дальнейшая эксплуатация сооружения недопустима и требуется проведение реконструкции или же демонтажа по разработанной проектно-сметной документации с проведением детальных изысканий и установлением прочностных характеристик его элементов.

Результаты оценки технического состояния шлюзов-регуляторов на мелиоративных системах по приведенным критериям приведены в табл.3.



Графики обеспеченности количества шлюзов-регуляторов по срокам эксплуатации, требующих реконструкции и ремонта

Основное количество шлюзов-регуляторов на мелиоративных системах республики построена до 80-х гг. прошлого столетия, т.е. значительная часть гидротехнических сооружений уже полностью амортизирована или же

приближается к установленному сроку службы по действующим нормативам [2].

Проведенный анализ показывает (см. рисунок), что только 36% от всех сооружений, требующих восстановления (выявлено 101 сооружение или около 4% от всех имеющих на балансе шлюзов-регуляторов, в основном одно- и двух пролетные), отработали нормативный срок эксплуатации в 40 лет и более. Это связано, прежде всего, с тем, что для оставшихся 64% не проводились своевременные плановые ремонты и технический уход, тем более, что реальный срок их эксплуатации (в пределах от 30 до 40 лет) оказался меньше нормативного в пределах до 10 лет, т.е. в пределах нормативного периода капитального ремонта.

Ремонты шлюзов-регуляторов (текущий и капитальный) выполняются в соответствии с разработанной согласно [3] и утвержденной проектно-сметной документацией. Ремонты шлюзов-регуляторов могут быть комплексными или выборочными. Комплексный охватывает все элементы сооружения, подлежащие ремонту, при выборочном ремонтируются отдельные элементы сооружения.

График обеспеченности количества шлюзов-регуляторов, требующих ремонта по срокам эксплуатации, показывает, что до 30% шлюзов-регуляторов относится к сроку их эксплуатации, превышающему нормативный, т.е. после их ремонта можно продлить срок их эксплуатации еще как минимум на 10 лет без проведения восстановительных работ. Главной задачей построенных шлюзов-регуляторов является обеспечение возможности подачи воды на мелиоративные системы для увлажнения осушенных земель в вегетационный период. Вместе с тем, по объективным и субъективным причинам требуют проведения реконструкции и ремонтно-восстановительных работ 1250 построенных шлюзов-регуляторов, т.е. эти сооружения не могут выполнять возложенные на них основные функции.

Таблица 4 – Необходимые капиталовложения на ремонтные и уходные работы шлюзов-регуляторов по Республике Беларусь*

Области	Шлюзы-регуляторы, требующие ремонта, шт./год	Стоимость ремонта млн. руб./год	Шлюзы-регуляторы, требующие уходных работ, шт./год	Стоимость уходных работ, млн. руб./год	Стоимость ремонта и уходных работ, млн. руб./год	Удельная стоимость ремонта и уходных работ, руб./га в год
Брестская	36	3080,1	36	1350,1	4430,2	15550
Витебская	10	918,4	10	375,0	1293,4	**
Гомельская	52	4696,4	52	1950,1	6646,5	24108
Гродненская	22	2026,4	22	825,0	2851,4	169726
Минская	61	5376,7	61	2287,6	7664,3	48508
Могилевская	25	2223,2	25	941,4	3164,6	180834
Всего	206	18321,2	206	7729,2	26050,4	34600

* В расчетах принята периодичность ремонта один раз в 10, а уходных работ – один раз в 5 лет.

** Отсутствуют мелиоративные системы с двусторонним регулированием водного режима, состоящие на балансе.

Таблица 5 – Экономическая эффективность увлажнения мелиорируемых земель

Площадь осушит.-увлажнит. систем, тыс. га	Среднегодовалая прибавка от увлажнения*		Доход от прибавки, руб./га*		Затраты на эксплуатацию при УВР, уборку, транспорт и хранение прибавки урожая, руб./га*	Затраты на ремонт и уходные работы шлюзов-регулят., руб./га	Прибыль, руб./га	
	мн. травы, ц/га сух. вещ.	зерновые, ц/га	мн. травы	зерновые			мн. травы	зерновые
752,9	3,3	2,2	58080	75870	17382	34600	6098	23888

* По результатам исследований Г.В.Латушкиной эффективности управления водным режимом при экстремальных ситуациях.

По объектам-аналогам определены капитальные вложения на ремонтные и уходные работы шлюзов-регуляторов, которые приведены в табл. 4. Из таблицы видно, что удельная стоимость работ по техническому обслуживанию шлюзов на мелиоративных системах изменяется в больших пределах по регионам республики – от 15 до 180 тыс. руб./га в год и не всегда окупается урожаем. Расчет экономической эффективности увлажнения мелиорируемых земель сведен в табл. 5.

Из данных таблицы следует, что средняя прибыль с увлажняемых площадей в многолетнем разрезе при структуре использования 50% – травы и 50% – зерновые составит около 15 тыс. руб./га в год, или около 11,2 млрд. руб. в год в целом по республике. При среднегодуальной прибыли только от эксплуатационных работ по управлению водным режимом без учета затрат на техническое обслуживание шлюзов-регуляторов в размере около 50 тыс. руб./га в год удельные затраты на их ремонт и технический уход по Могилевской, Гродненской и Витебской областям выходят за пределы окупаемости по урожаю на мелиоративных системах и требуются дополнительные аргументы на необходимость восстановления и содержания подпорных регулирующих сооружений в данных

регионах. Для принятия решений по очередности ремонтно-восстановительных работ на шлюзах-регуляторах следует учитывать не только окупаемость этих затрат по урожаю сельскохозяйственных культур, но и необходимость безопасного проезда, а также обеспечение противопожарных и рекреационных мероприятий.

Выводы и предложения

1. Расчеты по экономической оценке увлажнения мелиорируемых земель свидетельствуют об эффективности и целесообразности субиригации в центральном и южном регионах Республики Беларусь. Для возможности управления водным режимом на мелиоративных системах двустороннего действия необходимо обеспечить их работоспособными подпорно-регулирующими сооружениями, главными из которых являются шлюзы-регуляторы.

2. Для обеспечения работоспособного состояния шлюзов-регуляторов в целом по республике следует выполнить значительный объем строительно-монтажных работ по реконструкции, восстановлению и ремонту этих сооружений при надлежащем технико-экономическом обосновании.

3. В настоящее время эксплуатационный персонал и проектировщики испытывают затруднения в определении (оценке) состояния гидротехнических сооружений, отсутствуют типовые технологические схемы ремонта шлюзов-регуляторов, не разработана методика определения категорий надежности работы шлюзов-регуляторов, которые ограничивают эффективное планирование и проектирование ремонтных работ подпорных сооружений на реках-водоприемниках.

Литература

1. СНБ 1.04.01-04 «Здания и сооружения, основные требования к техническому состоянию и обслуживанию строительных конструкций и инженерных систем, оценке их пригодности к эксплуатации».
2. ТКП 45-3.04-176-2009 «Ремонт мелиоративных систем. Правила проектирования».
3. СНБ 1.03.02-96. «Состав, порядок разработки и согласования проектной документации в строительстве».

Summary

V.N. Karnaukhov, G.V. Azyava

TECHNICAL STATE ASSESSMENT ON THE REPUBLIC'S LAND-RECLAMATION SYSTEMS CONTROL STRUCTURES

Technical state assessment on the Republic's land-reclamation systems control structures is given on the ground of which a certain conclusion was drawn. It states that a number of structures are in emergency condition and require immediate decisions about the reconstruction to be made. The typical deformations and defects which do not let the structures function properly are given as an example; the criteria and classification of their maintainability are also listed. The unit costs of the maintenance works on the control structures in Mogilev, Grodno and Vitebsk regions exceed the harvest payback limits on the reclamation projects, so their reparation justified, one has to take into account the necessity of safe transportation and the arrangement of the fire-prevention and recreation measures.

Поступила 30 декабря 2010 г.