

Результаты расчетов по другим опытам приведены в табл. 2.

Как видно из таблицы, вычисленные значения Δh удовлетворительно согласуются с опытными данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. К р у г л о в Г.Г. Влияние участка нависания грунтового потока на работу придамбовой несовершенной дрены. – В сб.: Водное хозяйство Белоруссии. Минск, 1977, вып. 7, с. 125–130. 2. С е р е б р е н н и к о в Ф.В. О нависании грунтовых вод над глубокими закрытыми дренами. – Труды Ташкентск. ин-та инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, 1970, вып. XXXIII, с. 48–49. 3. П и в о в а р Н.Г., Л е о н о в и ч Г.В. Исследование водозахватной способности и фильтрационных сопротивлений трубчатого дренажа на интеграторе ЭГДА. – В сб.: Математическое моделирование потенциальных полей. Киев, 1972, с. 35–40. 4. В е д е р н и к о в В.В. Теория фильтрации и ее применение в области ирригации и дренажа. – М.–Л., 1939. – 80 с. 5. К р у г л о в Г.Г. Определение участка нависания грунтового потока над придамбовой дренаем. – НТИ. Мелиорация и водное хозяйство, 1977, № 11, с. 23–26. 6. К р у г л о в Г.Г. Фильтрационный расчет придамбовой дрены при образовании над ней участка нависания. – В сб.: Водное хозяйство и гидротехническое строительство. Минск, 1979, вып. 9, с. 41–47.

УДК 627.83.003.13

П.М.БОГОСЛАВЧИК (БПИ)

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОСБРОСА ПО ТИПУ РАЗМЫВАЕМОЙ ВСТАВКИ

Последнее время все чаще рассматривается целесообразность включения в состав напорного фронта гидроузла водосброса по типу размываемой вставки [1]. Такая вставка представляет часть земляной плотины, которая ограничена неразмываемой одеждой, например пленкой. Отметка гребня вставки выше НПУ, но ниже отметки гребня основных подпорных сооружений.

Поскольку включение размываемой вставки в состав гидроузла ставит основной целью уменьшение пропускной способности и, следовательно, размеров и стоимости основного бетонного водосброса, возникает вопрос: до какой степени целесообразно уменьшать размеры основного водосброса, т.е. какое соотношение пропускных способностей этих двух сооружений позволит получить наибольший экономический эффект?

Из поставленного вопроса можно сформулировать следующую задачу: для некоторого водотока найти такое соотношение пропускной способности основного и размываемого водосбросов, которое обеспечило бы минимальную их стоимость при сохранении общей пропускной способности, равной расчетной.

Для решения ее необходимо установить экономические показатели основного и размываемого водосбросов. Стоимость строительства традиционных бетонных водосбросов нами принята по аналогам построенных в БССР. Для установления стоимости строительства размываемых водосбросов были выполнены проектные проработки. На рис. 1 показан водосброс по типу размываемой вставки с максимальной пропускной способностью $Q = 30 \text{ м}^3/\text{с}$.

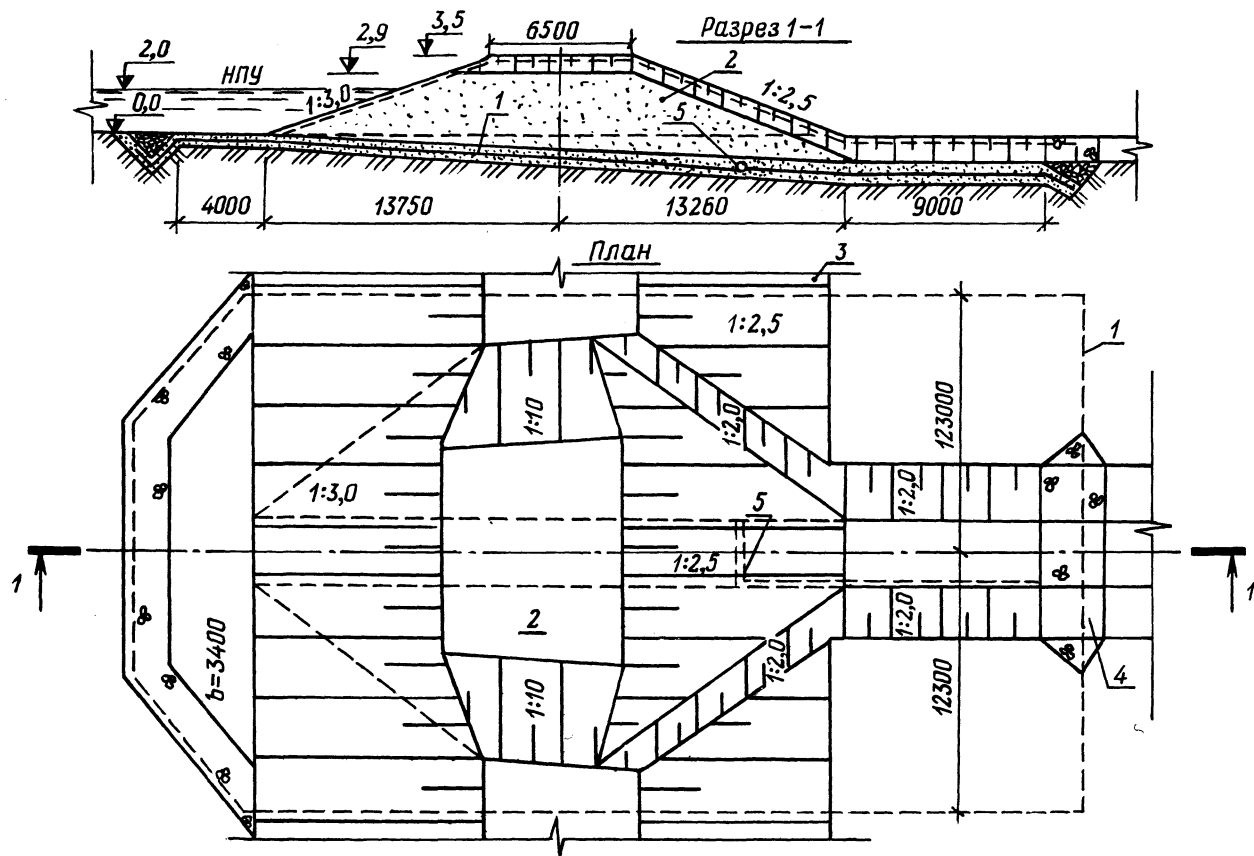


Рис. 1. Водосброс по типу размываемой вставки: 1 – полотнище из мягкого полимерного материала; 2 – размываемый грунтовой массив; 3 – тело плотины; 4 – зуб из камня; 5 – трубчатый дренаж.

В качестве ограничения размыва применено полотнище 1 из полиэтиленовой пленки ГОСТ 10354-73 толщиной 0,5 мм, уложенной в два слоя. В табл. 1 приведен расчет сметной стоимости данного сооружения. В расчет не включены затраты по пропуску строительных расходов и водопонижению, так как предполагается береговая компоновка размываемого водосброса с расположением его на высоких отметках.

Аналогично были выполнены расчеты по определению одновременных затрат на строительство размываемых водосбросов для пропуска 10, 20, 40 и 50 м³/с, которые конструктивно отличались от приведенного на рис. 1 объемом размываемого массива 2 и соответственно шириной прорези b. Получены следующие величины сметной стоимости: для пропуска Q = 10 м³/с — 2,51 тыс. руб.; Q = 20—2,68; Q = 50 м³/с — 3,16 тыс. руб. Удельная стоимость 1 м³ пропускаемого расхода составляет 0,06±0,25 тыс. руб., что значительно

Табл. 1. Расчет сметной стоимости водосброса по типу размываемой вставки на расход 30 м³/с

Обоснование	Работы или затраты	Единица измерения	Количество единиц	Сметная стоимость, руб	
				на единицу	общая
1-406-77	Срезка растительного грунта слоем 0,3 м бульдозером	100 м ³	2,34	4-17	9-76
1-46-77	Разработка грунта для устройства канала	100 м ³	3,0	11-40	34-20
1-47-77	Разработка грунта вручную при устройстве траншеи под пленку	м ³	42	1-06	44-52
37-443 ДРиП к ЕРЕР	Укладка полиэтиленовой пленки в два слоя	100 м ²	14	2-50	35-00
Цейник 1-41 с, 226 п. 130	Стоимость полиэтиленовой пленки толщиной 0,5 мм	кг	1285,2	1-01	1298-00
37-2-72 37-6-72	Устройство тела плотины из песков при укатке катками	100 м ²	5,85	8-76	51-25
3-144	Планировка откосов экскаватором с ковшом-планировщиком	100 м ²	3,70	1-37	5-07
251 в	Крепление откосов и гребня слоем гравия толщиной 0,15 м	100 м ²	3,08	137-00	421-96
3-287	Устройство дренажа из асбестоцементных труб $\varnothing = 150$ мм	10 м	1,08	12-20	21-96
1-865-77	Устройство каменной призмы	м ³	40,5	9-93	402-17
Итого ...					2323-89
Накладные расходы и плановые накопления 22,642 %					526-18
Всего ...					2850-07

ниже аналогичного показателя для бетонных водосбросов. Кроме того, в конструкции размываемого водосброса не применены такие остродефицитные материалы, как металл, дерево, цемент.

Однако судить об экономической эффективности водосброса с размываемой вставкой только по показателю экономии капитальных вложений нельзя, поскольку производственные издержки в процессе эксплуатации для бетонного и размываемого водосбросов не равнозначны.

Производственные издержки или текущие затраты по сооружению в сумме слагаются из следующих основных элементов:

$$C = a + t + b + d, \quad (1)$$

где a – амортизационные отчисления; t – затраты на текущий ремонт; b – издержки на содержание эксплуатационного персонала; d – прочие издержки.

При предварительных расчетах можно с достаточной точностью считать величины t , b , и d для бетонного и размываемого водосброса одинаковыми. Поэтому при сравнении вариантов их можно опустить.

Амортизационные отчисления для бетонных и железобетонных водосбросов, согласно действующим нормам [5], принимаются равными 2,9 % их строительной стоимости.

С целью установления нормы амортизационных отчислений для размываемого водосброса воспользуемся формулой определения общей нормы амортизации, которая при отсутствии ликвидной стоимости имеет следующий вид [2]: $\alpha = K + P/TK$, где K – первоначальная стоимость сооружения; P – затраты на капитальный ремонт; T – срок службы сооружения.

В обычных условиях водосброс по типу размываемой вставки работает как земляная плотина. Поэтому затраты на его капитальный ремонт установим, как и для земляной плотины, в размере 90 % от первоначальной стоимости [5], т.е. $P = 0,9 K$. Тогда $\alpha = \frac{1,9}{T} \cdot 100, \%$.

Срок службы размываемого водосброса зависит от того, на расход какой обеспеченности p запроектирован основной водосброс. При $p = 1 \%$ размываемый водосброс будет срабатывать 1 раз в 100 лет. В этом случае $T = 100$ лет. При $p = 2 \%$ $T = 50$ лет, при $p = 4 \%$ $T = 25$ лет и т.д., т.е.

$$T = 100/p, \quad (2)$$

где p – обеспеченность максимального расхода, пропускаемого основным водосбросом (в %).

Таким образом, норма амортизационных отчислений

$$\alpha = 1,9 p, \quad (3)$$

откуда следует, что с уменьшением пропускной способности основного водосброса производственные издержки по размываемому водосбросу возрастают.

Согласно [6], экономическую эффективность капитальных вложений сравниваемых вариантов необходимо определять по приведенным затратам, которые по каждому варианту представляют сумму текущих затрат и капитальных вложений, приведенных к одному году в соответствии с нормативом эффективности $Z_i = C_i + E_n K_i$, где K_i – капиталовложения по каждому варианту; C_i – текущие затраты по тому же варианту; E_n – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, принимаемый равным 0,15 [4].

Для наглядности сравнение вариантов представлено на графике (рис. 2), на котором по оси ординат отложена величина приведенных затрат, по оси абсцисс — значение расходов через основной водосброс (в убывающем порядке). На координатную сетку графика нанесены следующие кривые: 1 — изменения приведенных затрат в зависимости от пропускной способности основного водосброса; 2 — то же для размываемого водосброса; 3 — то же — суммарная кривая по двум водосбросам. При пропускной способности основного

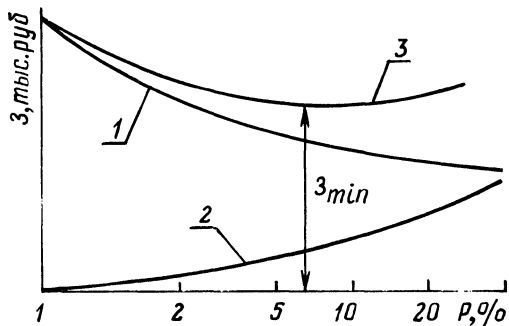


Рис. 2. График оптимизации пропускной способности водосбросов: 1 — кривая изменения приведенных затрат в зависимости от пропускной способности основного водосброса; 2 — то же для размываемого водосброса; 3 — то же — суммарная кривая по двум водосбросам.

водосброса, равной расчетной (на рис. 2 это расход 1 %-ной обеспеченности, что соответствует IV классу капитальности сооружений гидроузла), размываемый водосброс отсутствует и величина приведенных затрат по нему $Z_p = 0$, а приведенные затраты по основному водосбросу $Z_б = \max$. С уменьшением пропускной способности основного водосброса $Z_б$ уменьшается, соответственно увеличивается Z_p , поскольку частота восстановительных работ по размываемому водосбросу возрастает. Суммарные затраты $Z = Z_б + Z_p$ сначала уменьшаются, в силу того что величина Z_p значительно ниже $Z_б$. Однако при дальнейшем уменьшении пропускной способности основного водосброса частота восстановительных работ по размываемому водосбросу увеличивается и Z_p может возрасти на такую величину, при которой, несмотря на дальнейшее снижение затрат по основному водосбросу, сумма общих затрат станет увеличиваться. Минимум кривой 3 даст оптимальное значение величины пропускной способности основного (бетонного) водосброса $(Q_б)_{\text{опт}}$. Пропускная способность размываемого водосброса будет равна разности между расчетным расходом и расходом основного водосброса: $Q_p = Q_{\text{расч}} - (Q_б)_{\text{опт}}$

Пример расчета. В состав гидроузла IV класса капитальности включены основной водосброс шахтного типа конструкции БГВХ [3] и водосброс по типу размываемой вставки. Расходы Q весеннего половодья различной обеспеченности имеют следующие величины: 1 %-ной — 50 м³/с; 2 %-ной — 37; 5 %-ной — 23; 10 %-ной — 20; 20 %-ной 18 м³/с. Требуется определить оптимальное соотношение пропускной способности шахтного и размываемого водосбросов.

Расчет сведен в табл. 2, где капитальные вложения по шахтному водосбросу $K_б$ для различных расходов приняты по аналогам и, согласно [3], в размере 0,9 ÷ 1,3 тыс. руб. на 1 м³ расхода. При этом для меньшей пропускной способности взята большая удельная стоимость и наоборот. Капитальные вложения по размываемому водосбросу приняты согласно приведенным выше данным, нормативный коэффициент, по [4], $E_H = 0,15$.

Табл. 2. Выбор оптимального варианта водосбросов

Показатели	p, %/Q, м ³ /с				
	1/50	2/37	5/23	10/20	20/18
I					
K _б , тыс. руб	45	37	29	26	25
E _н K _б , —"—	6,75	5,55	4,35	3,90	3,75
C _б = a _б K _б , —"—	1,3	1,07	0,84	0,75	0,73
З _б = C + E _н K _б , —"—	8,05	6,62	5,19	4,65	4,48
II					
Q _p , м ³ /с	0	13	27	30	32
K _p , тыс. руб	0	2,56	2,80	2,85	2,87
E _н K _p , —"—	0	0,38	0,42	0,43	0,43
T, лет	0	50	20	10	5
$a_p = \frac{1,9}{T} \cdot 100, \%$	0	3,8	9,5	19,0	38,0
$C_p = a_p \frac{K_p}{100}$, тыс. руб	0	0,10	0,27	0,54	1,09
З _p = C _p + E _н K _p , —"—	0	0,48	0,69	0,97	1,52
Общие ежегодные затраты	8,05	7,10	5,88	5,62	6,00
З = З _б + З _p , тыс. руб.					
Снижение затрат в % по отношению к первому варианту	0	21,8	27,6	30,2	25,5

Из таблицы видно, что экономически наиболее выгодным вариантом из пяти рассмотренных является тот, в котором шахтный водосброс запроектирован на расход 10 %-ной обеспеченности $Q = 20 \text{ м}^3/\text{с}$. Пропускная способность размываемого водосброса должна быть в таком случае $Q_p = Q_{10/0} - Q_b$; $50 - 20 = 30 \text{ м}^3/\text{с}$. Снижение величины приведенных затрат в этом варианте составляет 30,2 % по отношению к варианту без размываемого водосброса.

Таким образом, включение в состав гидроузла размываемого водосброса может дать существенный экономический эффект. Необходимо, однако, иметь в виду следующее. Иногда частичная или полная сработка водохранилища, неизбежная при использовании размываемого водосброса, может привести к определенному ущербу. В этих случаях при определении производственных издержек по размываемому водосбросу необходимо в формулу (1) включить дополнительно затраты на покрытие ущерба от сработки водохранилища, величину которых можно определить следующим образом: $e = D/T$, или с учетом (2), $e = D_p/100$, где e — затраты на покрытие ущерба от сработки некоторого объема водохранилища; D — величина этого ущерба.

1. Богославчик П.М., Филиппович И.В. Аварийный размываемый водосброс. — В сб.: Повышение долговечности конструкций водохозяйственного назначения. — Ростов-на-Дону, 1981, с. 252–253. 2. З у з и к Д.Т. Экономика водного хозяйства. — М., 1980. — 400 с. 3. Л е о н о в и ч А.И. Совершенствование конструкций шахтных водосбросов (Науч.-техн.информ. по мелиорации и водному хозяйству/ Минводхоз БССР. Минск, 1981, № 8, с. 15–19. 4. Методика (основные положения) определения экономической эффективности в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. — М., 1977. — 39 с. 5. Нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР. — М., 1974. — 144 с. 6. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. — М., 1969. — 16 с.

УДК 627.514:519.9

В.А.ХАВИЧ, канд.техн.наук (ЦНИИКИВР)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ОБВАЛОВАНИЯ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Технико-экономическая оптимизация систем противопаводкового обвалования рек при заданной расчетной обеспеченности половодий сводится к задаче назначения расстояний между дамбами.

Наиболее просто эта задача решается для защиты от наводнений отдельно взятого локального участка поймы. В работах ряда авторов [1–6] изложены ее решения, отличающиеся между собой принимаемыми критериями оптимальности, учитываемыми факторами, допущениями и ограничениями. Общим для указанных работ является подход, при котором оптимизация осуществляется путем вариантной проработки ряда расстояний между дамбами обвалования, на основании чего выбирается лучший по технико-экономическим показателям вариант.

В случаях создания развитых систем обвалования, охватывающих значительные части реки с притоками, а то и всю реку в целом, задача существенно усложняется. Это связано как с изменением водности по длине реки, так и с наличием непосредственных гидравлических связей между смежными участками системы.

Чтобы сформулировать задачу оптимизации развитой системы обвалования, рассмотрим большую по протяженности часть реки, которую разделим расчетными створами на элементарные участки.

При этом принимается некоторый расчетный перспективный уровень развития народного хозяйства на защищаемой территории. Считаются решенными вопросы мелиорации земель, чередования культур в севооборотах. Определены плановые значения сельскохозяйственного чистого дохода с единицы площади, урожайность рыбы с 1 га зеркала воды при затопленной пойме. Известны затраты на строительство 1 м³ дамбы, нормы затрат на эксплуатацию и на амортизацию системы. Заданы обеспеченность расчетных уровней половодья и соответствующие ей максимальные расходы в расчетных створах, а также возможные варианты расположения дамб.