

Таблица 1 — Текущие выплаты роялти, приведенные к началу реализации проекта, млн. руб.

Размер выплат	Норма дисконта, %						
	4	6	8	10	12	14	16
Текущие роялти, всего	57,62	53,59	50,00	46,73	43,8	41,16	38,77
Выигрыш (+), убыток (-) инвестора	- 7,62	- 3,59	0,00	+ 3,27	+ 6,20	+ 8,84	+11,23

*Цена лицензии – 50 млн. руб., ставка роялти – 8%.

На рисунке 1 графически проиллюстрирована эффективность текущих выплат по лицензионному соглашению (роялти) в зависимости от принятой лицензиатом ставки дисконтирования.

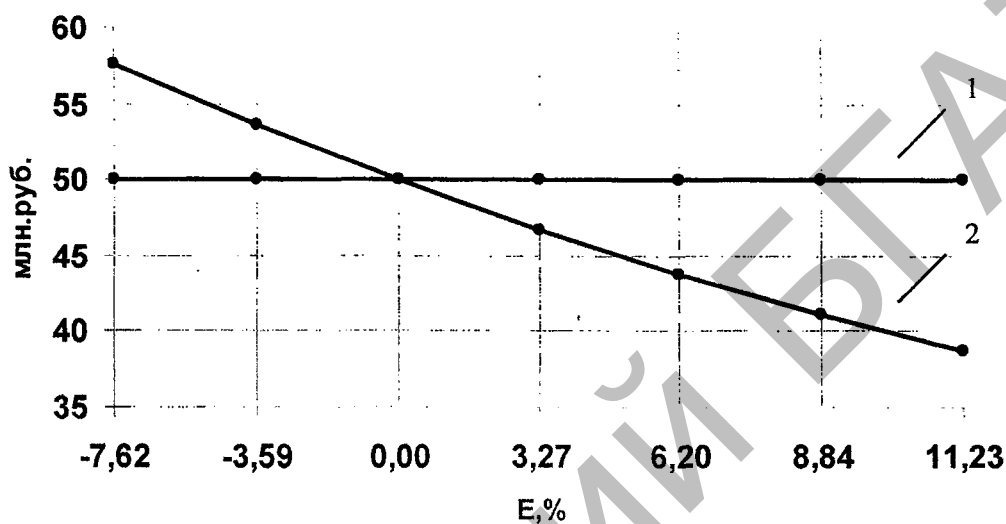


Рисунок — зависимость приведенных текущих роялти от ставки дисконтирования
1 — цена лицензии при предварительной оплате; 2 — цена лицензии для лицензиата при оплате текущими роялти

Чем больше разность $E - E_{л}$, тем больше будет дополнительный эффект лицензиата и тем выгоднее применять текущие роялти при оплате лицензий. Таким образом, при $E > E_{л}$ лицензиату выгодны текущие роялти, а при $E < E_{л}$ — предварительная оплата лицензии. В последнем случае при отсутствии средств для полной предварительной оплаты лицензии лицензиату выгоднее прибегнуть к сочетанию частичной предварительной оплаты и текущих роялти.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ ШЛЮЗОВ-РЕГУЛЯТОРОВ

Я.М. Шупилов, канд. техн. наук, доцент,

А.А. Зеленовский, канд. экон. наук, доцент

Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск)

РБ 631 6

Важнейшая роль в регулировании водно-воздушного режима мелиорируемых земель принадлежит регулирующим сооружениям.

В настоящее время большая часть регулирующих сооружений действует периодически с небольшими расходами и напорами или работает только в вегетационный период, причем многие из них используются лишь несколько недель в году или вообще могут не использоваться. С учетом этого представляется целесообразным устройство небольших открытых регуляторов. Это позволит не только снизить их материалоемкость и капиталоемкость, но и повысить качество увлажнения за счет большего насыщения осушительно-увлажнительной сети водорегулирующими сооружениями.

Рассматриваемая конструкция облегченного открытого шлюза-регулятора (рис.) выполняется в стационарном варианте для напора до 1 м и расхода до $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$. Она включает водоподпорную щитовую стенку 10, понур 2, водобой в виде лотка трапецеидального сечения 6, служебный мост 9, используемый для обслуживания затвора, а также в качестве опоры водоподпорной щитовой стенки 10. Конструкция опускного затвора определила высоту водосливной стенки сооружения, равную 30 см. Укрепленный участок канала, примыкающий к водоподпорной щитовой стенке со стороны верхнего бьефа (понурная часть), предохраняет входную часть сооружения от возможного размыва с увеличением скорости потока при подходе к отверстию сооружения. В качестве противофильтрационного материала использована полиэтиленовая пленка.

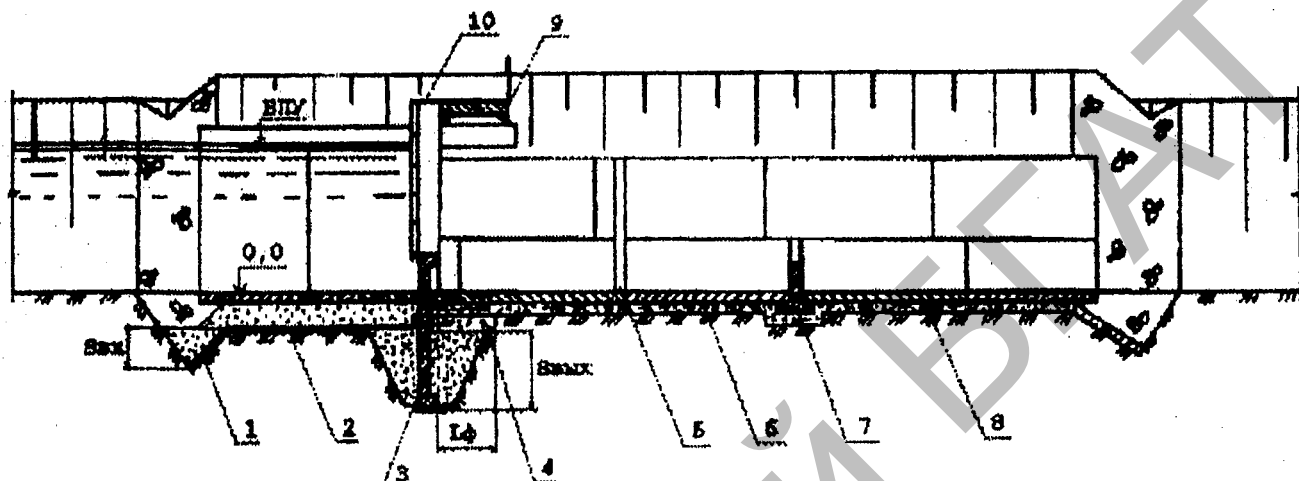


Рис. Продольный разрез по оси сооружения:

- 1 – верховая (понурная) пленочная завеса; 2 – понур из полиэтиленовой пленки; 3 – выходная (низовая) стенка; 4 – обратный фильтр; 5 – направляющая стенка; 6 – водобой; 7 – донный порог; 8 – дренаж; 9 – служебный мост; 10 – водоподпорная щитовая стенка

Для обоснования выбора размеров элементов предлагаемого сооружения были проведены его физическое моделирование и гидротехнический расчет подземного контура. При гидротехническом расчете сделана критическая оценка подземного контура шлюза-регулятора, функционирующего в сложных условиях пространственного растекания фильтрационного потока в соответствии с методикой БелНИИМиВХ. Наличие вертикальных элементов флютбета – верховой (понурной) пленочной завесы $S_{\text{вх}}=30 \text{ см}$ и выходной (низовой) стенки $S_{\text{вых}}=60 \text{ см}$ позволило существенно сократить длину подземного контура, так как и в условиях пространственной фильтрации, как ни парадоксально, гидродинамический эффект вертикальных элементов тем значительнее, чем ближе их расположение к верхнему бьефу. Для численных величин, характеризующих сооружение, и области фильтрации, сложенной однородно-изотропными грунтами (мелкозернистым песком), при отсутствии водоупора все три условия его нормального функционирования (условия местной прочности и устойчивости грунта в месте выхода фильтрационного потока в нижний бьеф и условие общей фильтрационной прочности подземного контура) выполняются с некоторым запасом при принятом напоре на сооружение. По соображениям надежности функционирования сооружения в месте выхода фильтрационного потока в нижний бьеф предусмотрена укладка обратного фильтра толщиной 25 см и длиной $L_{\text{ф}}=50 \text{ см}$, служащего для сопряжения крупнообломочного материала дренажа с защищаемым грунтом основания.

Геометрические размеры и место расположения устройств нижнего бьефа устанавливались путем физического моделирования сооружения в масштабе 1:8. Анализ результатов опытов на модели сооружения с шириной водосливного отверстия в натуре 60 см и размываемым участком нижнего бьефа в виде канала трапецеидального сечения с шириной по дну 1 м. и коэффициентом заложения откосов $m=2$ показал, что в естественном состоянии он не обладает достаточной устойчивостью и при пропуске расчетных расходов воды с напором на сооружение 1,0 м требует укрепления. Крепление размываемого участка галечниковым материалом с крупностью частиц 40–56 мм малоэффективно при пропуске расходов более $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$. Использование частиц крупностью 80–160 мм для крепления нижнего бьефа возможно, когда расходы не превышают

0,25 м³/с. Пропуск расходов более 0,25 м³/с требует использования материалов с большей крупностью частиц или в виде бетонных и железобетонных плит.

В верхнем бьефе существенное изменение скорости может наблюдаться только непосредственно перед сооружением на расстоянии 1–1,5 м от порога водослива. На большем расстоянии оно незначительно и на устойчивости русла в верхнем бьефе отражаться не должно.

Использование в шлюзе-регуляторе подъемного затвора требует капитального крепления участка отводящего канала протяженностью более 28 м при пропуске расхода 0,5 м³/с, что говорит о необходимости устройства в нижнем бьефе водобойного колодца или других гасителей кинетической энергии потока. В случае установки опускного затвора участок крепления отводящего канала может быть существенно сокращен.

Испытание неразрываемой модели шлюза-регулятора с шириной водосливного отверстия 1,0 м и опускным затвором показало, что пропуск расчетных расходов в нижнем бьефе сопровождается резким расширением потока в плане. Очевидно, параметры этого расширения обусловлены крутизной откосов канала и расположением гребня водослива относительно дна канала. Резкое плановое расширение потока от ширины водосливного отверстия до ширины живого сечения в канале по верху приводит к разделению потока на транзитную часть, в которой перемещается основная масса воды и водоворотную, где отмечается возникновение водоворотных зон. Движение транзитной части отмечено в виде плавного расширяющегося в плане потока. Сопряжение потока в нижнем бьефе происходит в форме прыжка. На вертикалях, проходящих через подошву откосов, высота прыжка была примерно в два раза меньше, чем по оси потока. Растекание потока по откосам обуславливает большую вытянутость гидравлического прыжка по сравнению с прямоугольными руслами и заметные скорости на откосах канала при глубинах воды в нижнем бьефе 55 см. При дальнейшем увеличении расстояния от водосливного отверстия явление гидравлического прыжка сменяется течением, для которого характерно отклонение направления движения транзитной струи к откосам с изменением распределения скоростей по живому сечению. Некоторое выравнивание скоростей по живому сечению потока происходит при удалении от водослива на 15 м. Лишь на расстоянии более 19 м заметно установление спокойного течения со скоростями по оси от 2,66 м/с у поверхности и до 1,55 м/с у дна. На вертикали у подошвы откоса упомянутые величины изменялись соответственно от 1,81 до 1,22 м/с.

Специфическая конструкция отводящего канала трапецеидального поперечного сечения и структура потока, переливающегося через порог водослива, значительно усложняют задачу по гашению избыточной кинетической энергии. В этих целях рассмотрена работа сплошного трапецеидального донного порога, как наиболее простого и экономичного устройства.

Наличие даже минимального по высоте донного порога высотой не менее 8 см для сооружения с шириной водосливного отверстия 1 м и высотой стенки 30 см приводит к заметному снижению продольных составляющих осредненных скоростей по оси отводящего канала при пропуске максимального расчетного расхода. Наиболее заметное уменьшение скорости отмечено непосредственно за гасящим устройством. По результатам модельных исследований его оптимальная высота составила порядка 20 см при расположении от водослива на расстоянии 3,2 м. Увеличение высоты до 28 см приводит к некоторому возрастанию скоростей в отдельных точках живого сечения отводящего канала, что можно объяснить увеличением потенциальной энергии потока, переливающегося через донный порог, отметки гребня которого стали больше.

В процессе проведения исследований рассматривалось влияние расположения донного порога на гашение избыточной кинетической энергии. Полученные результаты указывают на отсутствие заметных преимуществ в увеличении расстояния до водослива в 1,5 раза. Более того, потребуется увеличение в такое же количество, раз водобойной части шлюза-регулятора.

Устройство донного порога существенным образом снижает скорости по оси потока и на вертикалях в пределах дна канала. Однако скорости на вертикалях в пределах откосов в непосредственной близости за донным порогом были в 2,5 раза больше, чем на вертикали по оси канала. Таким образом, устройство простейшего гасителя в виде донного порога не дает желаемого результата и требуется дополнительное гасящее устройство для выравнивания скоростей по живому сечению.

В качестве такого устройства исследованы направляющие стенки. Они выполняются в виде отдельных элементов с продольным очертанием в форме параллелограмма и прямоугольным поперечным сечением шириной 8 и высотой 8–12 см. Увеличение высоты сте-

нок не приводило к заметному уменьшению скоростей. С точки зрения эффективности гашения кинетической энергии целесообразным оказалось положение направляющих стенок по линии откоса на равных расстояниях от водослива и донного порога. На откосах канала за донным порогом наличие направляющих стенок снижало скорость потока в 1,1–1,3 раза.

На основании полученных решений по установлению конструкции облегченного шлюза-регулятора был проведен расчет необходимых материалов для его устройства (таблица).

Таблица — Расход материалов при возведении сооружения

№ п/п	Наименование частей и элементов сооружения	Единица измерения	Количество
1	<u>Водоподпорная щитовая стенка</u>		
	Тонкостенные железобетонные элементы:		
	- бетон гидротехнический для тонкостенных конструкций;	м ³	1,58
	- арматура	кг	72,8
	Монолитный бетон для подготовки при установке тонкостенных железобетонных элементов	м ³	0,11
	Стальная сварная рама затвора:		
- швеллер №6,5 – 4 п.м	кг	23,6	
- уголок №5 – 3 п.м	кг	9,15	
2	<u>Понур</u>		
	Плиты крепления размером 1500×1000×60 мм:		
	- бетон;	м ³	0,84
	- арматура	кг	19,5
Полиэтиленовая пленка толщиной 0,2 мм	м ²	30	
3	<u>Водосливная часть</u>		
	Плиты крепления размером 1500×1000×60 мм:		
	- бетон;	м ³	2,16
	- арматура	кг	50,5
	Донный порог:		
	- бетон;	м ³	0,17
	- арматура	кг	4,05
	Направляющие стенки:		
- бетон;	м ³	0,05	
- арматура	кг	12,15	
4	<u>Служебный мост</u>		
	Плита пролетного строения		
	- бетон;	м ³	0,56
	- арматура	кг	31,6
	Опоры пролетного строения размером 1200×650×300 мм – 2 шт.		
- бетон	м ³	0,48	
Перила моста из уголка №5	кг	30,0	
5	<u>Детали</u>		
	Закладные изделия	кг	35,0
	Анкерные болты	кг	22,0
6	<u>Всего</u>		
	Железобетонные изделия	м ³	5,36
	Бетон	м ³	0,59
	Арматура в железобетонных изделиях	кг	179,6
	Стальной профиль	кг	119,75

Из приводимых данных видно, что замена существующих сооружений предлагаемыми, с близкими гидравлическими характеристиками, позволяет примерно вдвое уменьшить удельные расходы бетона и арматуры. Поиск технических решений по совершенствованию конструкций существующих гидротехнических сооружений и их элементов, а также создание принципиально новых типов будет, несомненно, способствовать снижению затрат на их возведение и эксплуатацию.