

собные за 5-10 лет полностью покрыть стены 9-этажного здания. Подходят и другие виды - вечнозеленый плющ, плетневые розы, некоторые фикусы, ваниль и др. Отмечено улучшение микроклимата внутри помещения, уменьшение шума и загрязнений, снижение затрат на отопление (до 15%). Влаголюбивые растения вертикального озеленения, разрастаясь, забирают лишнюю влагу у фундамента и стен дома, тем самым создается благоприятный микроклимат в самом доме. Многие из этих насаждений нуждаются в различных видах опор. Такие лазящие растения, как плющ обыкновенный и дикий виноград, сами прикрепляются к стенам, но без специальных конструкций они могут их разрушать, если между кирпичами есть щели, а в штукатурке - трещины.

Для декоративных целей, а также для защиты стен от перегрева и осадков их защищают также с помощью ярусного размещения ящиков с ампельными растениями со свисающими побегами и вьющимися стеблями (настурция, аспарагус, фуксии и др.).

#### Список использованных источников

1. Маслов, Н. В. Градостроительная экология / Н. В. Маслов, – М. : Высшая школа, 2003. – 284 с.

УДК 626.8

### **Строительство Витебской ГЭС на реке Западная Двина. Расчет конструкции верхнего бьефа (сечение 1-1)**

Рубченко Е.С., Граблевская И.Г.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

#### Технические особенности проекта

Витебская ГЭС представляет собой типичную русловую низконапорную гидроэлектростанцию, включающую в себя бетонную водосборную плотину, грунтовую плотину, здание ГЭС, однокамерный однониточный судоходный шлюз, распределительное устройство. Проектная мощность ГЭС – 40 МВт, среднегодовая выработка – 138 млн кВт·ч. В здании ГЭС установлены четыре горизон-

тальных капсульных гидроагрегата (диаметр рабочего колеса – 3,95 м) мощность по 10 МВт. Подпорные сооружения ГЭС образуют водохранилище площадью 8,82 км<sup>2</sup> и объемом 4,1 млн м<sup>3</sup>, максимальной шириной 420 м и максимальной глубиной 14 м. Максимальный расход воды через ГЭС – 465 м<sup>3</sup>/с. Максимальный перепад уровней между нижним и верхним бьефами – 9 м. Мощность устанавливаемого оборудования – 33 МВт. Коэффициент использования установленной мощности – 0,45.

#### Конструктивные особенности и условия работы подпорных стен на правом берегу со стороны верхнего бьефа (сечение 1-1)

Условия работы конструкций соответствуют обычным условиям работы подпорных стен, воспринимающих нагрузки со стороны обратных засыпок [1]. Особенностью работы сооружений является возможное «зависание» воды в обратной засыпке после прохождения паводка (при нарушении работы дренажа) [2].

Правобережное сопряжение верхнего бьефа здания ГЭС с берегом представлено железобетонными подпорными стенками. Длина подпорной стенки составляет 37,3 м, высота стен переменная. В расчете рассмотрено одно сечение из трех. Сечение 1-1 располагается на скальном основании и имеет отметку 111,6 м, ширина основания 14,5 м, а высота 21,4 м.

#### Расчет конструкций верхнего бьефа (сечение 1-1)

Расчет устойчивости секции верховой подпорной стены правого берега выполняется по схеме плоского сдвига и смешанного сдвига [3].

Рассмотрены следующие случаи:

Расчетный случай 1 – эксплуатационный.

Завершено строительство стенок, произведена обратная засыпка, уровень воды соответствует отметке НПУ = 139,00.

Расчетный случай 2 – строительный.

Завершено строительство стенок, произведена обратная засыпка, уровень воды принимается на 1 м ниже дна котлована. На призме обрушения принимается нагрузка 10 кН/м<sup>2</sup>.

Случай пропуска половодья 0,5% обеспеченности не рассматривается, так как он полностью идентичен расчетному случаю 1.

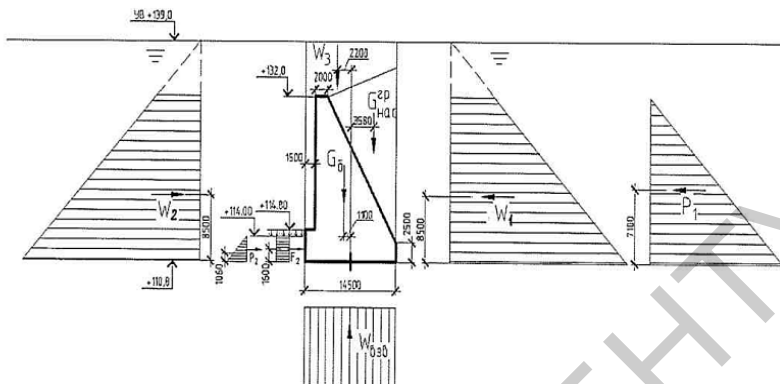


Рисунок 1 – Расчетная схема и схема нагрузок для сечения 1-1 при расчетном случае (эксплуатационный)

Таблица 1 – Расчет напряжений в основании стенки и расчет устойчивости сечения 1-1

Эксплуатационный случай ( $UB=139,0$ )					
Силы	Обозначение	Коэффициент	Значение	Плечо	Момент
Вес стены	$G_б$	0,95	4075,50	-1,1	-4483,05
Вес насыщенного грунта	$G_{нас}^{TP}$	0,9	2212,20	3,58	7919,67
Вес грунта	$G^{TP}$	0,9	0,00	0	0
Вес воды	$W_3$	1	1071,00	-2,2	-2356,20
Взвешивающее давление	$W_{взв.}$	1	4089,00	0	0
Давление воды слева	$W_2$	1	3731,00	8,5	31713,5
Давление воды справа	$W_1$	1	3731,00	-8,5	-31713,5
Давление грунта слева	$P_2$	0,8	20,27	1,06	21,48
Давление грунта справа	$P_1$	1,2	1631,47	-7,1	-11583,4
Давление от плиты слева	$F_2$	0,8	14,3	1,6	22,88
Сумма удерживающих			3269,70		-10458,6
$K_c$			2,313	$b_{min}$	$b_{max}$
				-72,96	523,96

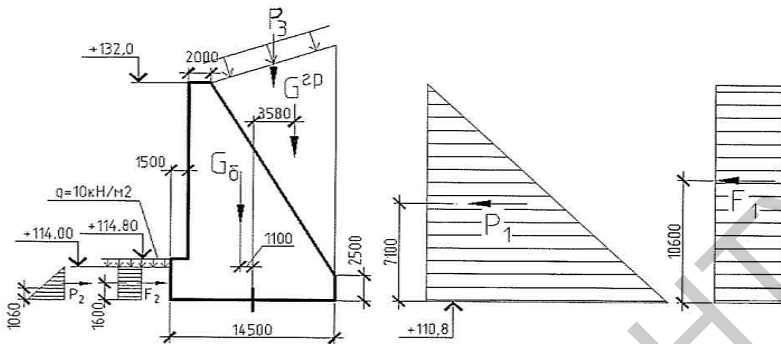


Рисунок 2 – Расчетная схема и схема нагрузок для сечения 1-1 при расчетном случае (строительный)

Таблица 2 – Расчет напряжений в основании стенки и расчет устойчивости сечения 1-1

Строительный случай					
Силы	Обозначение	Коэффициент	Значение	Плечо	Момент
Вес стены	$G_{\text{ст}}$	0,95	4075,50	-1,1	-4483,05
Вес грунта	$G_{\text{гр}}$	0,9	1414,80	3,58	5064,98
Давление на поверхности	$P_3$	1	116,00	1,75	203,00
Давление грунта слева	$P_2$	0,8	20,28	1,06	21,49
Давление грунта справа	$P_1$	1,2	1631,47	-7,1	-11583,4
Давление от плиты слева	$F_2$	0,8	14,3	1,6	22,88
Давление от распределенной нагрузки на поверхность	$F_1$	1,2	114,48	-10,6	-1213,49
Сумма удерживающих			4191,50		-11967,6
$K_c$			2,531	$b_{\text{min}}$	$b_{\text{max}}$
				-52,46	630,59

Таблица 3 – Расчет напряжений в основании стенок и расчет устойчивости стенок в сечении 1-1 по схеме плоского сдвига

Расчетные случаи	Сечение 1-1		
	max напряжения, кПа	min напряжения, кПа	K <sub>запаса</sub>
Случай 1 (эксплуатационный)	523,9	-72,96	2,313
Случай 2 (строительный)	630,59	-52,46	2,531

#### Выводы по расчету сечения 1-1

Анализ результатов расчета показывает, что секция верховой стены правого берега по схеме плоского сдвига устойчива, коэффициент запаса превышает нормативный.

В грунте основания под секцией 1-1 в период строительства и эксплуатации появляются отрицательные напряжения. Площадь сжатой зоны составляет не менее 88%. Для исключения возможности отрыва сооружения от основания дополнительно следует предусмотреть устройство анкеров.

#### Список использованных источников

1. СНиП 2.02.02.85 «Основания гидротехнических сооружений»;
2. ТКП 45-5.01-237-2011 «Основания и фундаменты зданий и сооружений. Подпорные стены и крепления котлованов. Правила проектирования и устройства»;
3. Расчет устойчивости и прочности сопрягающихся сооружений. Расчет устойчивости подпорных стен на правом берегу – Мн: РУП «Белниипроэнергпром», 2016.