

УДК 502/504:627.8

**ФЭН НАНЬ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

**КНР: СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ БЕТОННЫХ ВОДОСБРОСНЫХ ПЛОТИН СО СТУПЕНЧАТОЙ НИЗОВОЙ СЛИВНОЙ ГРАНЬЮ**

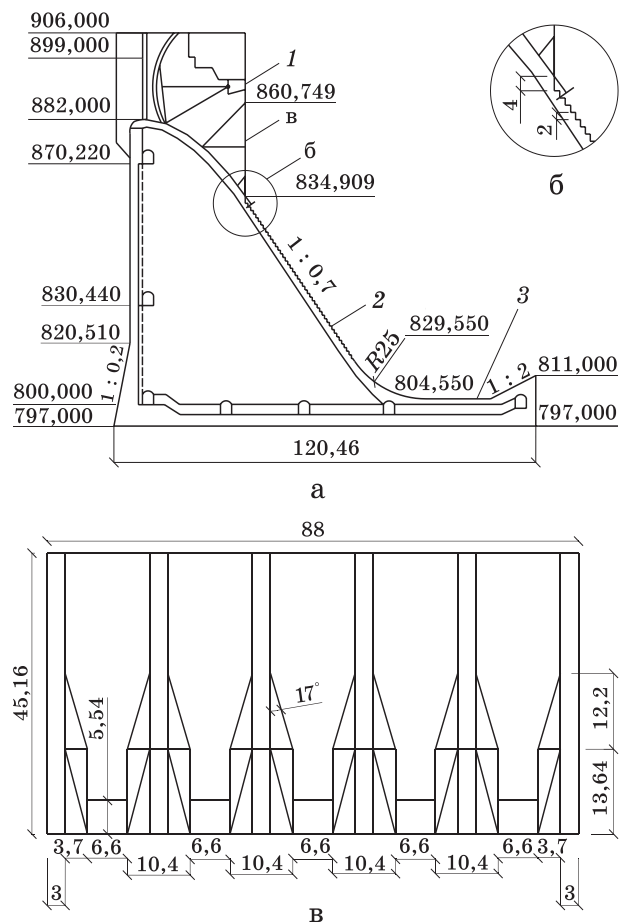
*Рассмотрены примеры разработки новых конструкций и строительства бетонных водосбросных плотин со ступенчатой сливной гранью, преимущества и недостатки таких плотин, приведены сведения об опыте проектирования, исследований, строительства и эксплуатации двух сверхвысоких плотин такого типа в Китайской Народной Республике.*

*Бетонные водосбросные плотины, ступенчатая низовая сливная грань, Китайская Народная Республика, гидроузел, сбросные расходы, паводковые расходы.*

*There are considered examples of development of new structures and building of concrete spillway dams with a stepped air face, the advantages and disadvantages of such dams, there is given the information on the experience of designing, researches, building and operation of two super-high dams of such type in the Chinese Peoples Republic.*

*Concrete spillway dams, stepped air face, the Chinese Peoples Republic, hydraulic works, spillway discharging, flood discharging.*

В 2001 году в Китайской Народной Республике был введен в эксплуатацию гидроузел Да Чао Шан, расположенный в среднем течении реки Лань Цян Цзян провинции Юнь Нань (рисунок). Максимальная высота водосбросной плотины этого гидроузла, выполненной из укатанного бетона, составляет 111 м; ее пролеты располагаются в центральной русловой зоне. Всего плотина имеет одно промышленное, три донных и пять поверхностных отверстий. Поверхностные отверстия оборудованы сегментными затворами 14 x 17 м. Профиль поперечного сечения водосбросных пролетов очерчен по координатам WES. Оголовок водослива имеет гладкую форму, переходящую в зоне начала аэрации в ступенчатую сливную грань. На участке этого перехода выполнен уступ высотой 2 м. Нижележащая за этим уступом ступенчатая поверхность имеет уклон 1:0,7 и высоту ступеней 1,0 м. Оригинальную конструкцию имеют быки водосбросной плотины. При их проектировании был реализован метод комбинированного воздействия на поток «расширение стенок быков к оси пролета + носок-уступ» в кормовой части быков. Центральные пролеты имеют симметричное сжатие потока, равное 0,45, крайние – ассиметричное, равное 0,5. В связи с возникновением на поверхности потока за каждым из таких законфузоренных водосбросных пролетов высоких гребней боковые стенки водосброса



**Конструктивная схема водосбросной плотины гидроузла Да Чао Шан\*:**

а – поперечное сечение конструкции водосброса; б – уступ за быками; в – концевые расширения быков в плане; 1 – быки; 2 – ступенчатая сливная грань; 3 – трамплин-отклонитель

выполнены с повышенной высотой. Гашение избыточной энергии сбросного потока осуществлено с помощью носка-трамплина. Рассматриваемый водосброс предназначен для пропуска расходов: расчетного – 11 500 м<sup>3</sup>/с и поверочного – 16 600 м<sup>3</sup>/с\*.

Водосброс китайского гидроузла Да Чао Шан был тщательно исследован в гидравлической лаборатории на этапе разработки его проекта, а после завершения строительства, при пропуске через него паводковых расходов исследовали следующие параметры движения потока: статическое и пульсационное давления, скорости течения потока на различных участках ступенчатой сливной грани, аэрацию, режимы сопряжения бьефов при различных расходах\*.

Вслед за рассмотренным гидроузлом был разработан проект гидроузла Бай Сэ,

который также имеет бетонный водосброс со ступенчатой сливной гранью, однако высота его водосбросной плотины составляет уже 130 м и на гребне имеет четыре поверхностных отверстия размером 14 x 18 м. Конструктивно водосброс этого гидроузла аналогичен водосбросу гидроузла Да Чао Шан, т. е. имеет быки с расширяющейся кормовой частью и уступ двухметровой высоты на водосливной грани, за которым выполнена ступенчатая сливная грань (высота ступеней 1,0 м). Поперечное сечение водосбросной плотины очерчено по координатам WES.

Натурные и модельные исследования водосбросных плотин со ступенчатой сливной гранью, конструкция которых разработана в Китайской Народной Республике, показали следующее (таблица):

устройство в водосбросных пролетах

**Примеры строительства гидроузлов со ступенчатой низовой сливной гранью в Китайской Народной Республике**

Гидроузел	Высота $H_{пл}$	Откос низовой грани $m_{низ.грань}$	Удельный расход $q, м^3/с$	Высота ступени $h_{ступ}$	Ширина ступени $B_{ступ}$	Тип водосброса	Результат	Примечание
Да Чао Шан	111	0.7	193	1	0.63	Бетонная водосливная плотина	Нет размывов в НБ, нет кавитации	В паводок 2002 года
Бай Сэ	130	1.4	156.3	0,9	–	Бетонная водосливная плотина	Нет размывов в НБ, нет кавитации	В паводок 2007 года
Шуй Бу Я	233	3,9	181	5,22	–	Береговой открытый водосброс	Отрицательное давление 20...76,5 кРа, но пока нет кавитации	Коэффициент гашения энергии 66 %
Хэ Лун	30.5	–	38,5	0,93	–	Бетонная водосливная плотина	Нет размывов в НБ, нет кавитации	–
Лю Дин Шан	9.15	–	3,0	4,17	–	Береговой открытый водосброс	Нет размывов в НБ, нет кавитации	–
Гуа Мин	10.862	0,8	8,96	1,0	–	Бетонная водосливная плотина	Нет размывов в НБ, нет кавитации	Коэффициент гашения энергии 57,7 %
Цзян Я	131	0,8	–	0,9	0,72	Бетонная водосливная плотина	Нет размывов в НБ, нет кавитации.	–
Гао Шу Ся	42.5	–	14,06	0,25	–	Береговой открытый водосброс	Нет размывов в НБ, нет кавитации	–
Чжай Чжи	36	–	5,7	1,0	–	Береговой открытый водосброс	Нет размывов в НБ, нет кавитации	–
Хэн Шан	21	–	10,76	0,8	–	Береговой открытый водосброс	Нет размывов в НБ, нет кавитации	–
Дань Цзян Коу	97	–	120	0,9	–	Бетонная водосливная плотина	На поверхности ступени есть кавитационные раковины. Глубина эрозии 1,2 м	В паводок 1973 года
Шуй Дун	57	0,65	90	0,9	0,63	Бетонная водосливная плотина	Нет размывов в НБ, нет кавитации	В паводок 1994 года перед завершением строительства

\* Jun GUO, Zhiping LIU, Jiguang LIU, Yang LU, Sheng LEI. Prototype Observation of the Flaring Pier Stepped Dam Face Flood Discharging Hydraulics for the Dachashan Hydropower Plant[J] // Yunnan Water Power. – 2002. Vol 18. – № 4. – 16–20.

быков с расширенной кормовой частью, сопряженной с вертикальным носком-уступом, позволяет создать за последним полостями с повышенной аэрацией потока и сниженной кавитационной опасностью на ступенях сливной грани, при этом аэрация потока может достигать 30 %, благодаря чему ступени в полной мере защищены от кавитационной эрозии их поверхностей несмотря на снижение давления;

при пропуске сбросных расходов крайними пролетами наблюдается более интенсивная аэрация потока, чем при работе всеми отверстиями, когда имеет место аэрация, равная 5...10 %; опыт пропуска паводковых расходов через водосброс гидроузла Да Чао Шан показал высокую эффективность работы быков с расширенной кормовой частью, сочлененной с носком-уступом. Такая конструкция водосброса позволяет сэкономить строительные материалы, ускорить темпы строительства и снизить стоимость гидроузла.

#### Выводы

В современном гидротехническом строительстве многих стран мира все большее распространение получают бетонные водосбросные плотины со ступенчатой нижней сливной гранью. Так, например, в Китайской Народной Республике в настоящее

время уже построено несколько десятков гидроузлов, водосбросные сооружения которых имеют такую конструкцию.

Новой тенденцией возведения таких водосбросов явилась модернизация конструкций быков, устраиваемых на гребнях последних для управления затворами. Суть этой модернизации заключается в устройстве расширения кормовой части этих быков, сопрягающейся с носком-уступом. Это позволяет видоизменить общую картину течения потока в зоне быка, преобразовать поток из двухмерного в трехмерный, резко интенсифицировать процессы аэрации и гашения избыточной энергии потока, снизить кавитационную опасность в районах жестких бетонных поверхностей быков и сливной низовой грани.

Приведены характерные параметры водосбросов двенадцати речных гидроузлов КНР, построенных и введенных в эксплуатацию в последние годы, а также имеющих ступенчатую низовую сливную грань.

Материал поступил в редакцию 01.04.12.

*Нань Фэн, магистр техники и технологий, аспирант*

*Тел. 8 (965) 422-71-46*

*E-mail: nanfeng@yandex.ru*

УДК 502/504:626.882

**Т. Л. ЛЯПОТА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия»

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭРЛИФТА ДЛЯ РЫБОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Представлены исследования параметров воздухораспределительного устройства эрлифтного рыбоподъемника, используемого в рыбозащитных сооружениях, с коэффициентом погружения близким к единице. Полученные зависимости позволяют анализировать влияние переходных процессов на работу подъемника, выполнять гидравлический расчет и принимать необходимые конструктивные решения.*

*Эрлифт, эрлифтный рыбоподъемник, подъемная шахта, водовоздушная смесь, форсунка, коэффициент погружения, производительность.*

*There are given investigation results of parameters of the air distributing device of the airlift fish hoist with a factor of immersion close to the figure one used in fish protection structures. The received dependences allow analyze the influence of transients on the hoist operation, perform hydraulic calculations and make necessary structural decisions.*

*Airlift, airlift fish hoist, hoisting shaft, air-water mixture, atomizer, factor of immersion, productivity.*