

Е.М.Левкевич, канд. техн. наук, доц.,  
Н.В.Сурма, инж. (БПИ)

## К ВОПРОСУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЙ НА ПЛИТЫ КРЕПЛЕНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА

При проектировании бетонных креплений в нижнем бьефе водосливных плотин задача сводится к определению толщины плит водобоя и рисбермы при различных режимах сопряжения бьефов. В литературе отмечается [1], что условия работы плит водобоев и рисберм изучены еще недостаточно, поэтому их толщину назначают на основании простейших расчетов с учетом опыта построенных и успешно работающих сооружений [1].

Для того чтобы не произошло разрушения крепления, оно должно иметь необходимый собственный вес, определенную гибкость. Кроме того, у нее должны отсутствовать продольные открытые швы. Исследованием устойчивости плит креплений занимались А.Д.Саваренский, Ю.П.Правдивец, Н.А.Преображенский, Ф.Г.Гулько, М.А.Дементьев, В.М.Лятхер, Н.Н.Беляшевский, Е.Д.Кадомский, А.М.Шванштейн, Д.Д.Лаппо и др. [2-8]. Несмотря на значительное количество выполненных научно-исследовательских работ, отдельные вопросы, связанные с определением действующих сил и их влиянием на крепление, требуют дальнейшего изучения.

Считается [1], что на плиты креплений действует система сил, состоящая из: собственного веса плиты  $P_D$ ; подъемной  $P_{\Pi}$ ; лобовой  $P_L$ ; фильтрационной  $P_{\Phi}$  и сил трения  $P_T$ . Причем силы  $P_{\Pi}$ ,  $P_L$  носят пульсирующий характер. В большинстве рекомендаций расчеты устойчивости плит производятся с учетом динамичности [4-6], вызванной пульсацией давлений.

Нами были проведены исследования по выявлению распределения давлений на плиты креплений при различной ширине поперечного шва и различных режимах движения потока: установившемся движении в открытом призматическом русле; истечении из-под щита при отогнанном и недвинутом прыжках.

Опыты проводились в гидравлическом лотке с горизонтальным дном (размеры проточной части 200 x 16 x 40 см). На дно лотка укладывались плитки, выполненные из оргстекла 15,9 x 15,9 x 2,4 см. Конструкция крепления обеспечивала возможность изменения ширины шва между тремя опытными плитами от 0,2 до 2,4 см. Средняя из опытных плит укладывалась на про-

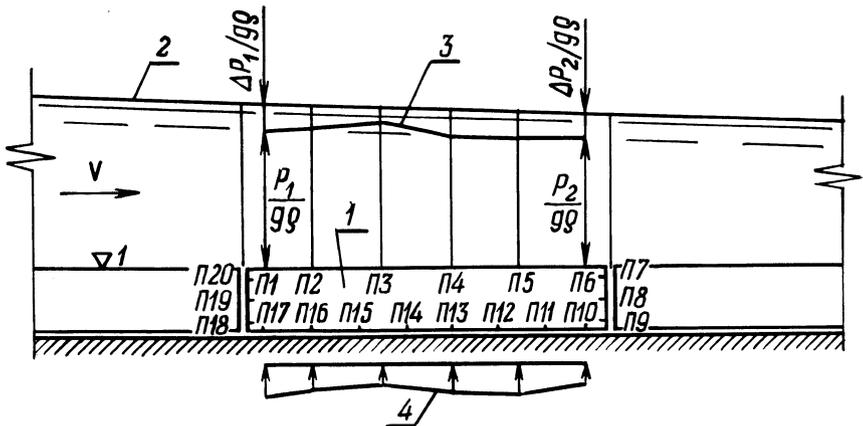


Рис. 1. Схема установки опытной плиты:

1 – опытная плита, П1, П2...П20 – устья пьезометров; 2 – линия свободной поверхности; 3 – линия давления; 4 – эпюра дефицита давления.

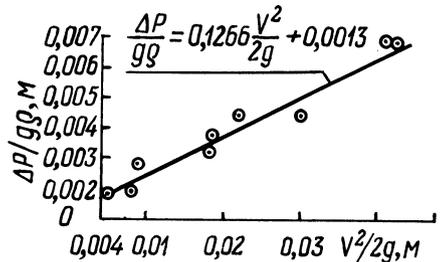


Рис. 2. График зависимости дефицита давления от скоростного напора

дольные подкладки толщиной 0,5 мм, что обеспечивало доступ воды под ее нижнюю поверхность. Давления, действующие на плиты, измерялись при помощи пьезометров, для чего в плитах были сделаны каналы, устья которых ориентированы на различные грани плиты (рис. 1). Внутренние каналы через насадки выводились на боковую стенку лотка. На каждом торце опытных плит имелось по три устья пьезометров, равномерно распределенных по высоте, на верхней и нижней гранях плиты – соответственно шесть и восемь устьев пьезометров.

При заданной ширине шва пропускались различные расходы, при которых регистрировались уровни свободной поверхности на разных участках лотка. В опытах глубины изменялись от 2,0 до 14,0 см. Средние скорости потока (подсчитанные по расходу и живому сечению) от 27,8 до 135,7 см/с.

Результаты опытов показали, что осредненное давление, полученное как среднеарифметическое показаний пьезометров, ориентированных на соответствующую грань плиты, на верхней гра-

ни ниже гидростатического, т. е. имеет место дефицит давления (рис. 1). Этот дефицит давления на поверхности плиты является одним из компонентов подъемной силы.

Распределение дефицита давления на верхней грани плиты было следующим: в месте устья первого пьезометра, т. е. за передним поперечным швом, ордината эпюры имела максимальное значение, затем она несколько уменьшилась в сторону нижнего бьефа и на 0,4 длины плиты значение ее было минимальным. После этого значение ординаты увеличивалось, но не превышало максимального. На последнем отрезке оно стабилизировалось.

Опыты также показали, что дефицит давления изменяется в зависимости от скорости потока (рис. 2). При установившемся режиме средняя величина дефицита давления над верхней поверхностью плиты изменялась в пределах  $0,18 \div 0,69$  см при соответствующих средних скоростях  $39,5-90,8$  см/с.

Величина дефицита давления для условий опыта была выражена следующей зависимостью, полученной в результате обработки опытных данных:

$$\frac{\Delta P}{g\rho} = 0,1266 \frac{V^2}{2g} + 0,0013, \quad (1)$$

где  $\rho$  - плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;  $\Delta P$  - дефицит давления, кПа;  $V$  - средняя скорость потока, м/с;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Описанное явление и приведенная зависимость получены для потока в открытом призматическом русле при установившемся режиме.

Величина подъемной силы, определяемая по разности показаний пьезометров на верхней и нижней поверхностях опытной плиты в условиях опыта, изменялась в широких пределах в связи с наличием местных возмущений на поверхности потока. На данном этапе исследований ее связь с параметрами потока при обработке опытных данных этой серии не устанавливалась.

Вторая серия опытов была проведена с целью изучения распределения давлений на плиты по схеме истечения из-под щита при отогнанном прыжке, том же расположении плит (высота подъема щита 2,2-4,6 см, средняя скорость 29,1-209,8 см/с). В этом случае распределение и величина давлений на поверхности плиты несколько отличались от вышерассмотренного случая. Причем величина дефицита давления на верхнюю грань плиты была на 30% меньше. Коэффициент подъемной силы изменялся от 0,34 до 0,044 (по Ю.П.Правдивцу [2], этот коэффициент равен 0,30) при изменении относительной ширины шва 0,96-0,08.

Коэффициент лобового давления изменялся от 0,011 до 0,06 (по Ю.П.Правдивцу [2], - 0,10) для вышеприведенных относительных ширин шва при изменении  $Fr = 6,0 \div 22,0$ .

#### Л и т е р а т у р а .

1. Гидротехнические сооружения (в двух частях): Учебник для студентов вузов / Под ред. М.М.Гришина. - М.,: 1979, ч. 1.
2. Правдивец Ю.П. Конструирование гибких защитных покрытий рисберм и откосов. - Энергетическое строительство, 1978, № 6, с. 61-64.
3. Модзалевский А.И. К расчету пульсации давления на плиты сборных железобетонных быстротоков. - В сб.: Гидравлика и гидротехника. Киев, 1968, вып. 7, с. 59-65.
4. Рекомендации по определению гидродинамических нагрузок, воздействующих на плиты водобоев и рисберм водосливных плотин. - Л., 1979.
5. Пульсация давления в точках водобоя по данным измерений в натуре и на модели / В.М.Лятхер, Н.В.Халтурина, Л.В.Смирнов, Н.Н.Князева. - Тр. гидропроекта, - М., 1963, т. 10, с. 25-48.
6. Лятхер В.М., Халтурина Н.В., Божич Л.И. Пульсация давления под плитами крепления за водосливной плотиной. - Там же, с. 49-68.
7. Беляшевский Н.Н., Пивовар Н.Г., Калантиренко И.И. Расчеты нижнего бьефа за водосливными сооружениями на скальных основаниях. - Киев, 1973.
8. Гвазава Г.Н. К вопросу устойчивости жестких плит водобоя и шашечных гасителей энергии в нижнем бьефе высоконапорных водосбросных сооружений. - Тр. координац. совещ. по гидротехнике "Гидравлика водонапорных водосбросных сооружений". - Л., 1975, с. 226-231.

УДК 626/627

М.К.Поваляев, асп. (ЦНИИКИВР)

### ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СБОРНОГО КРЕПЛЕНИЯ ОТВОДЯЩЕГО РУСЛА ЗА ВОДОВЫПУСКАМИ

Опыт проектирования и эксплуатации водовыпускных сооружений показывает, что нередко одной из основных причин их неудовлетворительной работы является нарушение устойчивости сборного крепления отводящего русла [1, 2]. Поэтому при массовом строительстве подобных сооружений актуальны вопросы совершенствования методов расчета сборных креплений.

Креплениям из сборных элементов относительно малых плановых размеров и массы в литературе уделено мало внимания. Однако установлено, что для расчета устойчивости таких эле-