

Максимальное значение  $\gamma$  равняется прямому углу, причем, начальному контакту соответствует его сторона, параллельная направлению подачи, а конечному—перпендикулярная. По мере обработки зона контакта сужается по величине  $\gamma$ . Вся зона контакта ориентирована относительно направления подачи под углом  $\beta$ , равным углу ориентации данного участка СК инструмента. На рис. 3 положение I и III контура инструмента соответствуют началу и концу зоны обработки, а положение II текущее, определяемое углом  $\gamma$ .

Аналогично определяются зоны контакта других (например, левого профиля *cd*, дуги окружности *cb* и т. д.) профилей и при фиксированных значениях угла вращения и расстояния между осями рассчитывается суммарная длина контактной линии. Разработана блок-схема для расчета на ЭВМ длины контактной линии и ее изменения в процессе обработки.

Силовые характеристики, определенные с учетом треугольной формы прореза и его длины, равной суммарной длине контактной линии, дают возможность рассчитать жесткость звеньев ФС при проектировании оборудования для снятия фасок на СК.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бурштейн И. Е., Коротков Ю. Н., Черноморский И. С. Механизация снятия фасок и заклепок на зубчатых колесах.—М.: Машиностроение, 1966.—92с.
2. Наляя Г. А. Возможности применения эвклидистантного копирования при обработке сложнопрофильных изделий // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1985.—Т. XXXVIII, № 1.—с. 13—17.
3. А. с. 1122456 СССР. МКНВ В23Г 19/10. Способ обработки фасок по профилю зубьев зубчатых колес / Г. А. Наляя, Г. В. Дарбинян (СССР)—№ 3656199/23—08; Заяв. 27. 10. 83; Опубл. 07. 11. 84, Бюл. № 41.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLII, № 6, 1988

## НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

О. В. ТОКМАДЖЯН

### МЕТОДЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА БОКОВОГО ВОДОСЛИВА

Гидравлическому расчету бокового водослива посвящено много работ, но их результаты в большинстве противоречивы. Экспериментальные исследования бокового водослива в призматическом канале, проведенные Х. Энгельсом, показали, что в водосливной зоне глубина потока по пути возрастает, а в исследованиях Колемана и Смита получен противоположный результат. Согласно Де-Марки первое имеет место при спокойном, второе—при бурном режиме движения жидкости. О:

же предложил гипотезу о том, что удельная энергия сечения по всему фронту бокового водослива остается постоянной. Но это имеет место только в том случае, когда коэффициент изменяющихся масс  $a = \frac{v_x}{v} > 1$ , где  $v_x$  — проекция скорости отсепаривающихся частиц по направлению движения основного потока, а  $v$  — средняя скорость движения основного потока. В [1] находят эту гипотезу неточной и предлагается при расчетах принять  $a=0$ , но согласно [2] расхождения при  $a=1$  составляют 5%, а при  $a=0$  — 45—50%. Согласно [3, 4] наименьшие расхождения между экспериментом и расчетными данными получаются при значениях  $a=0,9-1,2$ .

Гидравлический расчет бокового водослива целесообразно произвести на ЭВМ методом непосредственного интегрирования системы дифференциальных уравнений неравномерного движения жидкости и сливного расхода [5].

$$\frac{dh}{dt} = \frac{\sin \varphi_0 - \frac{Q^3}{A^3 c R} + \frac{\partial Q^3}{g A^3} - \frac{\partial A}{\partial t} - \frac{xQ}{g A^2} (2-a) \frac{dQ}{dt}}{\cos \varphi_0 - \frac{\partial Q^3}{g A^3} - \frac{\partial A}{\partial t}}$$

$$\frac{dQ}{dt} = -m_0 \sqrt{2g(h-p)^3} \quad (1)$$

В предложенной расчетной схеме приняты следующие допущения:

- движение установившееся;
- коэффициент изменяющихся масс принимается постоянным;
- пренебрегаются центробежными силами, возникающими из-за искривления свободной поверхности, вследствие чего в расчетной схеме отсутствуют такие местные явления, как сжатие потока до водослива и нагон потока к водосливу;
- теоретически точное определение значения коэффициента бокового водослива пока не представляется возможным. При расчетах можно использовать эмпирические зависимости, приведенные в [4].

На практике могут встречаться три основных случая гидравлического расчета бокового водослива.

1. Известны расходы до и после водосливной зоны, а также геометрические параметры русла (ширина  $b_1$  и  $b_2$  в начальном и конечном сечениях водослива, уклон  $dz/dx$ , коэффициент шероховатости  $n$ , высота порога водослива).

Требуется определить длину фронта водослива  $L_0$  и построить кривую свободной поверхности.

2) Режим движения — бурный, расход водослива  $Q_0 = Q_1 - Q_2$ . Граничными условиями системы дифференциальных уравнений (1) при бурном режиме движения являются расход и глубина в начале водослива  $Q_1$  и  $h_1$ . Значение глубины  $h_1$  в зависимости от  $Q_1$  определяется из гидравлического расчета канала до водослива. Интегрирование системы

(1) производится до сечения, где расход потока  $Q=Q_2$ . Соответствующая этому расходу длина  $l$  будет длиной фронта водосливной зоны  $L_n$ , а координаты  $h=h(l)$  в зоне интегрирования—координатами кривой свободной поверхности.

б) Режим движения—спокойный. Граничными условиями системы (1) являются расход и глубина в конечном сечении водослива  $Q_2$  и  $h_2$ . Значение глубины  $h_2$  в зависимости от  $Q_2$  определяется из гидравлического расчета канала за водосливом. Интегрируя систему (1) в обратном к движению направлении до сечения, где расход потока  $Q=Q_1$  определяем длину фронта водослива  $L_n$  и координаты кривой свободной поверхности.

*Пример.* В водосливной зоне канала прямоугольного поперечного сечения режим движения спокойный. Известны значения:  $Q_1=30 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $b_1=b_2=16 \text{ м}$ ,  $\sin \varphi_0=0,0001$ ,  $n=0,013$ ,  $p=1,07 \text{ м}$ ,  $h_2=1,24 \text{ м}$ ,  $m=0,254$ ,  $Q_2=16 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $a=1$ .

Требуется определить длину фронта бокового водослива  $L_n$  и построить координаты кривой свободной поверхности.

Результаты интегрирования по вышеизложенному методу приведены в таблице.

Таблица

$l, \text{ м}$	0	50	100	150	200	250	284
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	16	19,61	22,59	25,05	27,11	29,91	30,02
$h, \text{ м}$	1,24	1,22	1,201	1,186	1,175	1,166	1,163

Согласно расчетам длина фронта водослива  $L_n=1,163 \text{ м}$ .

Тот же пример, рассчитанный по методам в [4], дает ощутимо завышенные результаты:  $h_1=1,135 \text{ м}$ ,  $L_n=316 \text{ м}$ .

2. Известны расход в начальном сечении водосливной зоны  $Q_1$ , а также все геометрические параметры русла. Требуется определить расход водослива  $Q_2$  и построить кривую свободной поверхности.

Метод расчета второго случая полностью приведен в [5].

3. Известны расход в конечном сечении водосливной зоны  $Q_2$ , а также все геометрические параметры русла. Требуется определить расход водослива  $Q_1$  и построить кривую свободной поверхности.

а) Режим движения—бурный. Граничными условиями системы (1) являются глубина и расход в начальном сечении водосливной зоны  $Q_1$ ,  $h_1$ . Согласно произвольно взятому расходу  $Q_1$  по гидравлическому расчету канала за водосливом определяется соответствующая ему глубина  $h_1$ . Интегрируя систему (1) до  $l=L_n$ , строится кривая  $Q_2=f(Q_1)$ . По данному значению  $Q_2$  определяется соответствующий ему расход  $Q_1$  и вычисляется значение начальной глубины  $h_1$ . Интегрируя систему (1), согласно полученным граничным условиям, определяем координаты свободной поверхности.

б) Режим движения—спокойный. Граничные условия системы (1) являются расход и глубина в конечном сечении водосливной зоны  $Q_2, h_2$ . Согласно заданному расходу по гидравлическим расчетам канала за водосливом определяется соответствующая ему глубина  $h_2$ . Интегрирование системы (1) производится в обратном к направлению движения до начального сечения водосливной зоны.

ЕрПИ им. К. Маркса

25 VI. 1986

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Петров Г. А.* Гидравлика переменной массы.—Харьков: Изд-во ХГУ, 1964.—224 с.
2. *Навоян Х. А.* Примеры гидравлических расчетов подопропускных сооружений.—Киев: Будивильник, 1975.—148 с.
3. *Токмаджян О. В., Балбэян П. О.* Экспериментальные исследования бокового водослива в призматическом русле // Вопросы мелиорации и водного хозяйства АрмССР—1985.—Вып. XI—С. 173—178.
4. *Курганов А. М., Дуляк В. Д.* Гидравлический расчет подопропускных сооружений.—Киев: Будивильник, 1982.—96 с.
5. *Токмаджян О. В.* Гидравлический расчет бокового водослива в непризматическом русле // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1983—Т. XXXVI, № 3, С. 38—41.