

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Х. А. НАВОЯН

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГАЛЕРЕИ ГОРНОГО
 ВОДОПРИЕМНИКА ПРИ НАЛИЧИИ НАЧАЛЬНОГО РАСХОДА

В [1] и [2] автором было предложено гидравлический расчет горного водоприемника производить по теории гидравлики переменного расхода. Общее уравнение установившегося движения жидкости с переменным расходом вдоль потока, предложенное проф. В. М. Маккавеевым [3], имеет вид:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{v_x(v_x - v_{1x})}{gQ_x} \cdot \frac{d(Q_x)}{dx} - \frac{v_x}{g} \cdot \frac{dv_x}{dx} + \frac{dh_t}{dx} \quad (1)$$

где y — полная потеря напора от начального до рассматриваемого сечения с абсциссой x (рис. 1); в частности, для открытых (безнапорных) потоков — ордината свободной поверхности;

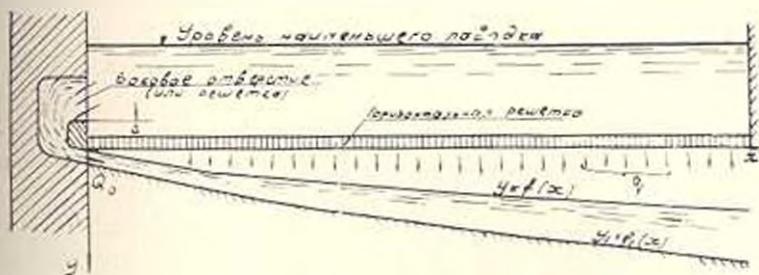


Рис. 1.

- v — средняя скорость сечения основного потока в галерее;
- v_{1x} — проекция скорости присоединяющегося потока на направление основного потока (в рассматриваемом случае $v_{1x} = 0$);
- Q_x — расход в сечении с абсциссой x ;
- g — ускорение силы тяжести;
- $\frac{dh_t}{dx}$ — член, учитывающий обычные потери напора на трение о стенки и дно водотока.

Переменная скорость в галерее, особенно небольшие скорости в начальной части галерей, отрицательно влияют на работу галерей, в смысле занесения наносами этой части галерей. Поэтому естественно стремиться к тому, чтобы скорость по всей длине галерей была бы одина-

кова, что к тому же уменьшает общие потери напора.

Добиться одинаковой скорости потока по всей длине галереи можно подачей расхода Q_0 в начальном сечении галереи с помощью С-образного водовода. Порог входного отверстия этого водовода должен быть расположен выше поверхности горизонтальной решетки на величину Δ , равную наибольшему диаметру донных наносов, выносимых по решетке в нижний бьеф реки. Можно, конечно, предложить и другие решения, но во всех случаях отметка верха отверстия должна быть ниже отметки уровня наименьшего паводка во избежание поступления плавающих на поверхности потока тел в водоприемную галерею. Если считать, что прутья решетки имеют одинаковые размеры и расположены на одинаковом расстоянии, то расход воды в любом сечении с абсциссой x определится по формуле

$$Q_x = Q_0 + qx, \quad (2)$$

где q —удельный расход воды.

С учетом (2) и принимая скорость потока по всей длине галереи одинаковой ($v_x = \text{const} = v$) на основании (1), получим

$$\frac{dy}{dx} = \frac{v^2 q}{g(Q_0 + qx)} + \frac{dh_f}{dx}. \quad (3)$$

Первый член правой части уравнения (3) выражает изменение потерь напора, обусловленное переменностью расхода по длине галереи. Условно обозначим эти потери через h_v . Тогда общие потери в сечении с абсциссой x будут $y = h_v + h_f$ и

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dh_v}{dx} + \frac{dh_f}{dx}, \quad (4)$$

где h_f — потери на обычное трение о дно и стенки водотока. Составляя (3) и (4), получим

$$\frac{dh_v}{dx} = \frac{v^2 q}{g(Q_0 + qx)}. \quad (5)$$

В [2] было показано, что потери, обусловленные переменностью расхода, значительно превосходят потери на обычное трение о дно и стенки водотока, и поэтому потерями на обычное трение при предварительных расчетах можно пренебречь. Однако при окончательных расчетах эти потери надо учесть, так как при небольших удельных расходах q поступающих в галерею, эти потери могут играть существенную роль.

Из формулы $v = C \sqrt{Ri}$, определяя коэффициент Шези C по формуле Маннинга, и имея в виду (2), можно найти

$$\frac{dh}{dx} = v^2 n^2 \left[bv(Q_0 + qx)^{-1} + \frac{2}{b} \right]^{\frac{1}{3}}, \quad (6)$$

где обозначения общеприняты.

Подставляя значения (5) и (6) в (4) и интегрируя, получим

$$\begin{aligned} \tau = & \frac{v^2}{g} \ln(Q_0 + qx) - \frac{v^2 n^2}{q} \left\{ \sqrt[3]{\frac{2}{b} + \frac{bv}{Q_0 + qx}} \left[3bv - \frac{2}{b}(Q_0 + qx) \right] + \right. \\ & + 2 \sqrt[3]{\frac{2}{b}} \ln \left(\sqrt[3]{\frac{2(Q_0 + qx)}{b^2 v} + 1} - \sqrt[3]{\frac{2(Q_0 + qx)}{b^2 v}} \right) + \\ & \left. + 2,31 \sqrt[3]{\frac{2}{b}} \operatorname{arctg} \frac{1}{\sqrt[3]{3}} \left(2 \sqrt[3]{1 + \frac{b^2 v}{2(Q_0 + qx)}} + 1 \right) \right\} + D. \quad (7) \end{aligned}$$

Постоянную интегрирования D находим из начальных условий при $x = 0, y = 0$.

Уравнение дна галереи будет

$$y_1 = y + \frac{Q_0 + qx}{bv}. \quad (8)$$

Выше было отмечено, что в предварительных расчетах обычным трением о дно и стенки водотока можно пренебречь, тогда расчетные уравнения (7) и (8) примут вид

$$y = \frac{v^2}{g} \ln \frac{Q_0 + qx}{Q_0}, \quad (9)$$

$$y_1 = \frac{v^2}{g} \ln \frac{Q_0 + qx}{Q_0} + \frac{Q_0 + qx}{bv}. \quad (10)$$

где b — ширина русла.

Полная глубина галереи в конце ее ($x = l$) на основании (10) будет

$$H = \frac{v^2}{g} \ln \frac{Q_0 + ql}{Q_0} + \frac{Q_0 + ql}{bv}. \quad (11)$$

Из (11) следует, что при заданных размерах галереи и при заданном расходе воды, глубина галереи в конце ее является функцией только скорости потока. Из структуры формулы (11) вытекает, что при некотором значении v глубина галереи приобретает минимальное значение. Дифференцируя (11) по v , получим

$$\frac{dH}{dv} = \left(\frac{1}{g} \ln \frac{Q_0 + ql}{Q_0} \right) 2v - \frac{Q_0 + ql}{bv^2} = 0.$$

Откуда минимальное значение глубины галереи H получается при скорости потока

$$v = \sqrt[3]{\frac{g(Q_0 + ql)}{2b \ln \left(\frac{Q_0 + ql}{Q_0} \right)}}. \quad (12)$$

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Навоян Х. А.* Пропускная способность донной решетки горного водозабора. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ), т. V, № 4, 1952.
2. *Навоян Х. А.* Расчет галерей горного водозабора с донной решеткой. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ), т. V, № 5, 1952.
3. *Маккавев В. М.* Теория гидродинамических процессов с большим гашением энергии. Труды Второго Всесоюзного гидрологического съезда в Ленинграде 20—27 апреля 1928 г., Л., 1930.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ СКАНДИЯ

Л. Д. СОКОЛОВ, А. Н. ГЛАДКИХ, В. А. СКУДНОВ

1. Технически чистый скандий Sc (99,99% весовой чистоты), полученный по паспорту из окиси ОС-99, был в виде слитков толщиной 10 мм, весом 118,8 граммов. Температура плавления металла в разных источниках указывается различной: от 1204 до 1539°C. Слитки подвергали разрезке фрезами толщиной 0,25—0,5 мм. Для исключения окисления скандия, обточенные после разрезки кусочки диаметром 8 мм помещали в обоймы—заготовки из стали 40 диаметром 27 мм, высотой 37 мм. Нагрев производился в индукторе до температуры 1200°C. После этого осуществляли прессование скандия вместе с обоймами на кривошипном прессе усилием 600 т. Образцы получали путем обточки пропрессованных стержней, имеющих диаметр 9 мм и длину 200 мм; длина сердечника составляла при этом около 150 мм. После обточки образцы имели размеры; для растяжения: диаметр—2 мм, длина—10 мм, общая длина с головками—20 мм, для осадки: диаметр—3 мм, высота—4,5 мм.

Поскольку при прессовании скандия в обоймах происходило схватывание их с металлом обоймы, то головки образцов для разрыва изготавливались непосредственно из стали, что облегчало их захват по сравнению с проволочными образцами. Измерение размеров образцов после испытаний на разрыв производили с помощью инструментального микроскопа, а после осадки—микрометром с точностью $\pm 0,01$ мм. Во всех испытаниях с нагревом поддерживалась нейтральная атмосфера путем подачи аргона. Опыты проводили при температурах: -92; 89; 270; 452; 633; 814; 995 С, при скоростях деформации: $2 \cdot 10^{-2}$ сек⁻¹ на разрыв и $4,7 \cdot 10^{-3}$; $2 \cdot 10^{-3}$; $2 \cdot 10^{-1}$ на осадку.

По результатам опытов на рис. 1 приведены температурные зависимости показателей предельной пластичности—относительного удлинения δ , относительного сужения ψ , предела прочности σ_b скандия при одной скорости деформации, а также относительного обжатия ε при трех скоростях деформации. Из рис. 1 следует, что с увеличением температуры пластичность Sc возрастает как при сжатии, так и при растяжении, особенно при температуре $> 0,45T_{пл}$. Абсолютные значения пластичности при осадке ε в несколько раз больше, чем при растяжении δ , ψ .

* По справочнику „Металловедение и термическая обработка“, (М., 1961), $T_{пл} = 1400^\circ C$.