

ГИДРАВЛИКА

А. А. КАРАНФИЛЯН

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ НАПОРА
И ВЫСОТЫ ПОРОГА ШАХТНОГО ВОДОСЛИВА
ПРАКТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

К гидравлическому профилю водосливной поверхности шахтного водослива обычно предъявляются следующие требования: профиль должен быть безвакуумным и должен обладать максимальным коэффициентом расхода. Иначе говоря, этот профиль должен совпадать с профилем нижней поверхности струи, переливающейся через водослив с острым горизонтальным гребнем и вертикальной напорной гранью, расположенной нормально к потоку. Давление под переливающейся струей равно атмосферному.

Расход воды при шахтном водосливе с острым гребнем определяется по формуле

$$Q_c = m_c 2\pi R_c \sqrt{2g} H_c^{3/2},$$

а при шахтном водосливе практического профиля —

$$Q_p = m_p 2\pi R_p \sqrt{2g} H_p^{3/2},$$

где m_c , R_c , H_c и m_p , R_p , H_p — соответственно коэффициент расхода, радиус кривизны гребня и напор над гребнем шахтных водосливов с тонкой стенкой и практического профиля.

Имея в виду, что $Q_p = Q_c$ при совпадении практического профиля с профилем нижней поверхности струи, переливающейся через водослив с острым гребнем, а $R_p < R_c$ и $H_p < H_c$ (рис. 1, а), то m_p должен быть больше коэффициента расхода m_c во столько раз, во сколько раз произведение $R_p H_p^{3/2}$ меньше $R_c H_c^{3/2}$.

Обозначим отношение коэффициентов расхода шахтных водосливов практического профиля и с тонкой стенкой через $K = m_p/m_c$ и назовем его коэффициентом пропорциональности, который, после подстановки значений m_p и m_c , будет:

$$K = \frac{R_p H_p^{3/2}}{R_c H_c^{3/2}}. \quad (1)$$

Обработка результатов модельных исследований Вагнера В. Е. [1], проведенная Мойсом П. П. [2], показала, что, в отличие от водосливов с тонкой стенкой с прямолинейным в плане гребнем, при перели-

ве воды через кольцевой водослив с тонкой стенкой относительные максимальные величины подъема нижней поверхности струи над гребнем стенки ($z_0 = y_0/H_c$) и удаления высшей точки подъема поверхности от гребня ($x_0 = x_0'/H_c$) не остаются постоянными (рис. 1, а и б); z_0 и x_0 изменяются в зависимости от относительного напора H_c/R_c , а точки наивысшего подъема струи во всех случаях лежат на одной прямой, проходящей через гребень водослива. Таким образом, при любых значениях H_c/R_c

$$y_0 = x_0' \operatorname{tg} \delta, \quad (2)$$

где δ —угол между вышеуказанной прямой и осью x .

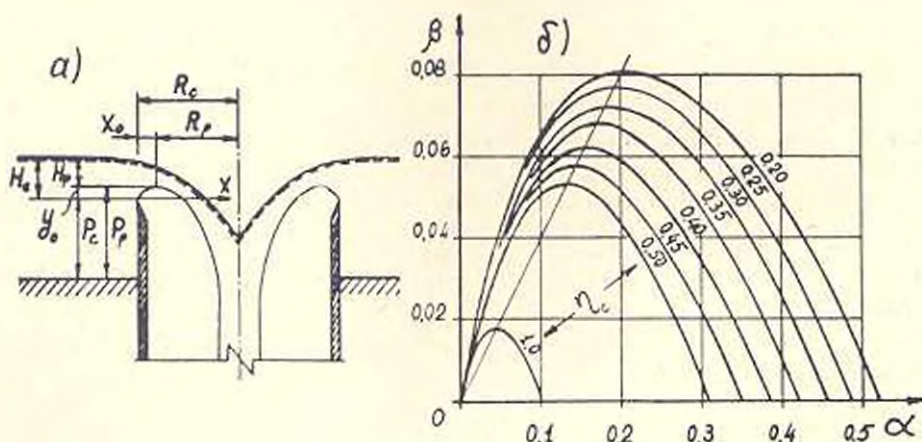


Рис. 1. а. Схема шахтного водослива с тонкой стенкой и практического профиля; б. Графики относительного подъема нижней поверхности струи $z = f(x_c)$ над гребнем и ее удаления $x = x_c'$ от гребня при $R_c/R_p = 0.3$.

Имея в виду (рис. 1,а), что

$$R_p = R_c + x_0, \quad H_p = H_c + x_0 \operatorname{tg} \delta \quad (3)$$

и обозначив $H_p/R_p = \gamma_{np}$, $H_c/R_c = \gamma_c$ и $x_0/H_c = z_0$, после некоторого преобразования, уравнение (1) запишется в виде:

$$K = \frac{1}{(1 - z_0 \gamma_c)(1 - z_0 \operatorname{tg} \delta)^{3/2}} \quad (4)$$

Проведенная нами обработка результатов модельных исследований В. Г. Скрыги [3] и В. Е. Вагнера [1], проведенных при равномерном подходе воды по периметру к шахте с тонкой стенкой, показала, что зависимость $z_0 = f(\gamma_c)$ линейная (рис. 1,б) в интервале $0 < \gamma_c \leq 0.6$. Этот интервал, как указано в [3], соответствует незатопленным и затопленным режимам истечения воды через шахтный водослив, а значения $\gamma_c > 0.6$ —режиму истечения из отверстия. На основании графика рис. 2, а нами получено уравнение прямолинейной части этой зависимости в виде:

$$z_0 = \gamma_0(\gamma_{c0} - \gamma_c), \quad (5)$$

где γ_0 и γ_{c0} — коэффициенты, зависящие (как и $\operatorname{tg} \theta$) от относительной высоты порога p_c/R_c шахтного водослива с тонкой стенкой. Кривые зависимостей $\operatorname{tg} \theta$, γ_0 и γ_{c0} от p_c/R_c приведены на рис. 2, б.

Подставляя значение γ_0 из (5) в (4), для коэффициента пропорциональности окончательно получим:

$$K = \frac{1}{[1 - \gamma_0 \gamma_c (\gamma_{c0} - \gamma_c)] [1 - \gamma_0 (\gamma_{c0} - \gamma_c) \operatorname{tg} \theta]^{1/2}} \quad (6)$$

На рис. 3, а приводятся кривые зависимости коэффициента пропорциональности K от относительного напора γ_c и относительной высоты порога p_c/R_c шахтного водослива с тонкой стенкой.

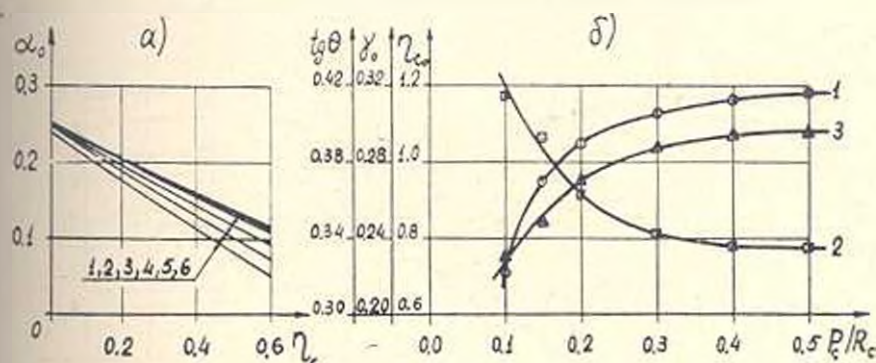


Рис. 2. а. Графики зависимости $\gamma_c = f(\gamma_c, p_c/R_c)$ при значениях p_c/R_c : 1—0,1; 2—0,15; 3—0,2; 4—0,30; 5—0,4; 6—0,5.

б. Графики зависимостей: 1— $\operatorname{tg} \theta = f_1(p_c/R_c)$; 2— $\gamma_0 = f_2(p_c/R_c)$; 3— $\gamma_{c0} = f_3(p_c/R_c)$.

Как видно из рис. 3, б, где приводятся кривые зависимости $m_p = K m_c$ [значения $m_c = f(\gamma_c, p_c/R_c)$ взяты из экспериментальных данных В. Г. Скряги [3]], величины коэффициента расхода водослива практического профиля m_p получаются тем больше, чем меньше относительный напор γ_c шахтного водослива с тонкой стенкой. С другой стороны, как известно, для получения экономичного профиля А. И. Ахутиным [4] предложен предел изменения относительного напора шахтного водослива практического профиля $\gamma_p = 0,2 \div 0,5$ (т. е. $5H_p > R_p > 2H_p$). Таким образом, в качестве оптимального значения относительного напора можно принять: $\gamma_p^{opt} \approx \gamma_p^{min} = 0,2$. При этом коэффициент расхода шахтного водослива практического профиля достигает до $m_p = 0,524$. Следует отметить, что γ_p весьма мало отличается от γ_c : при изменении γ_c от 0,1 до 0,6 отношение γ_p/γ_c изменяется от 0,91 до 1,02.

Из рис. 3, б видно также, что при любых значениях γ_c максимальное значение коэффициента расхода m_p получается при значениях относительной высоты порога $p_c/R_c \geq 0,2$. Таким образом, оптимальное значение относительной высоты порога можно принять $(p_c/R_c)^{opt} = 0,2$.

При переходе к p_p/R_p будем иметь $(p_p/R_p) = 0,225$.

При оптимальных значениях относительного напора и относительной высоты порога коэффициент расхода шахтного водослива практического профиля имеет значение $m_p = 0,522$. На основании вышесказанного анализа получены переходные формулы от основных параметров шахтного водослива с тонкой стенкой к основным параметрам шахтного водослива практического профиля, а именно:

$$H_p = H_c [1 - \gamma_0 (\gamma_c - \gamma_k) \lg 9], \quad (7)$$

$$R_p = R_c [1 - \gamma_0 (\gamma_c - \gamma_k) \gamma_c], \quad (8)$$

$$p_p = p_c + \gamma_0 (\gamma_c - \gamma_k) H_c \lg 9. \quad (9)$$

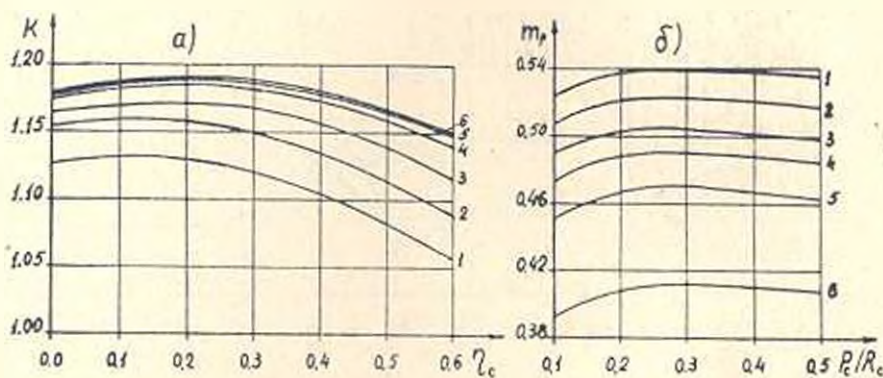


Рис 3. а) Кривые зависимости $K = f(\gamma_c, p_c/R_c)$ при значениях p_c/R_c : 1—0,1; 2—0,15; 3—0,2; 4—0,3; 5—0,4; 6—0,5

б) Кривые зависимости $m_p = f(p_c/R_c, \gamma_c)$ при значениях γ_c : 1—0,1; 2—0,2; 3—0,3; 4—0,4; 5—0,5; 6—0,6.

Вывод. Для достижения высоких значений коэффициента расхода шахтного водослива практического профиля очертание его должно совпадать с очертанием нижней поверхности струи, переливающейся через шахтный водослив с тонкой стенкой, принимая при этом значения относительного напора и относительной высоты порога оптимальными.

Армения

Поступило 16.VI.1972.

Ա. Ա. ԿԱՐԱՇԽԻԱՆ

ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ՊՐՈՖԻԼՈՎ ՇԱԽՏԱՅԻՆ ՋՐԹԱՓՆԵՐԻ ՀՆՇՄԱՆ ԻՎ ՇԵՄՔԻ ԲԱՐՉՐՈՒԹՅԱՆ ՕՊՏԻՄԱԼ ՄԵԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՎԵՐԱԵՐՅԱԼ

Ա Վ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոդվածում ուսումնասիրվում է բարակ պատով և գործնական պրոֆիլով շախտային ջրթափների հիդրավլիկական բնորոշ մեծությունների կապը, երբ գործնական պրոֆիլը համընկնում է բարակ պատով շախտային շուրթից թափվող ջրի շիթի ներքին պրոֆիլի հետ:

Վ. Ե. Վոդների [1] և Վ. Գ. Սկրյադնի [3] մոդելային փորձարկումների որոնք կատարվել են բարակ պատով շախտաների վրա, երբ չրի մոտեցումը պարագծի երկարությանը հավասարաչափ է) արդյունքների վերամշակման միջոցով որոշվել են զործնական պրոֆիլով շախտայի ձնշման և շեմի բարձրության օպտիմալ մեծությունները, որոնց պայքում շախտայի ելքի զործակիցը ստացվում է ամենամեծը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Wagner W. E. Morning Glory shaft spillways: determination of pressure controlled profiles, Proceedings ASCE, 1954, v. 80, sept. №432.
2. Моис П. П. Шахтные водосбросы. Изд. «Энергия», М., 1970.
3. Скрыга В. Г. К гидравлическому расчету шахтных водосбросов. Труды ХИСП, вып. 10, гидравлика и инж. гидрология, Харьков, 1958.
4. Справочник по гидротехнике, М., 1955.