

Бейсембин К.Р.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА БОКОВОГО ВОДОЗАБОРА
ПЕРВОЙ ПЛОТИНЫ**

K.R. Beysemin

DEFINITION KOFFITSIENTA SIDE WATER INTAKES FIRST DAM

УДК: 532.526.

В статье приведена методика определения коэффициента водозабора плотины исходя из предлагаемой гидродинамической схемы деления потока.

The article describes a method of determining the coefficient of water intake dam on the basis of the proposed scheme gidrodinamichekoj dividing flow.

Вокруг гор и в условиях равнинных рек одним из распространенных видов потребления воды строительством является боковые потребители и беспряптяственное потребление воды. Однако, как показала практика использования построенных строителств, они не могут полностью устранить оседание ила в боковых водораспределительных каналах.

В качестве одного из эффективных методов борьбы с илом, можно использовать расположенные на берегах водного потока и на водопадах боковых цедильных решеток, изготовленные в виде каменных плотин, сделанные из местных строительных материалов. В этих условиях ставится задача определения закономерности воздействия гидравлических процессов происходящих в русле потока боковых плотин.

Эта статья предназначена для определения коэффициента водозабора /или выхода из цедильной решетки/ при помощи учета предлагаемой гидродинамической схемы распределения потока в боковых каналах плотины.

Имеется расположенные в прямолинейной части русла водного потока бокового водозабора ОАВС продольный разрез которого четырехугольник, рассматриваем ширину L водного потока /1-рисунок/. Размеры плотины показаны на рис 1, а эквивалентные диаметры каменных частей равны d . Сравнительная шероховатость канала плотины в части ОС больше природной сравнительной шероховатости берегов канала. Этот случай приводит к динамической оси потока связанной с появлением приграничного слоя ОД, повторного перераспределения следствие из-за воздействия скоростей водного потока в части ОС. Такое изменение становится больше чем приграничного слоя русла водного потока / в части KL/.

Мы предлагаем простую схему распределения потока в части бокового водозабора. В движении водного потока. Пусть в некотором сечении 1-1, находящемся вне зоны влияния бокового водозабора, эпюра скоростей характеризуется симметричной фигурой со средней скоростью U_0 . По мере приближения к створу водозабора, некоторая часть расхода равная перемещается в сторону берега с боковым отводом. Остальная часть расхода $Q_0 - Q$, ^ перемещается вдоль русла, минуя сооружение, где Q_0 - общий расход русла. Наличие боковой вертикальной пористой стенки ОС сравнительно большей шероховатостью приводит к появлению пограничного слоя ОД.

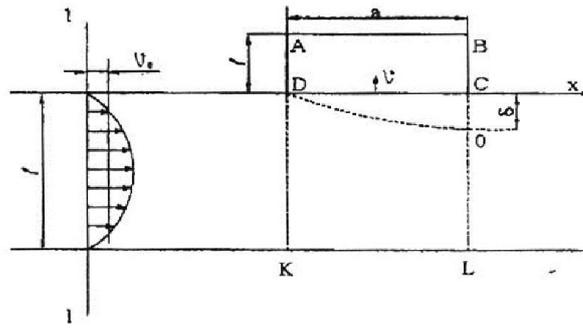


Рис. 1. - Схема к расчету водозабора и фильтрующего потока

Толщина $\delta(x)$ пограничного слоя растет с ростом координаты x и достигает своего максимального значения δ в точке C на грани BC бокового сооружения. За счет отбора расхода $Q_{\text{фи}}$ боковой плотиной в русле образуется зона влияния фильтрующей плотины, которая схематично изображена линией DE . Наличие зоны влияния объясняется структурой перераспределения поля скоростей на некотором участке до и перед фронтом сооружения. На участке достаточно удаленном от плотины считается, что скорости частиц жидкости направлены параллельно руслу по оси x и поперечные их составляющие в направлении от Oy равны нулю. По мере приближения к плотине и на участке боковой плотины появляются нулевые поперечные составляющие скорости, увеличивающиеся по мере приближения к границе OC . Иначе говоря, на участке расположенном ближе к водозаборному сооружению от линии зоны влияния, естественно поперечные составляющие скорости больше нуля. Таким образом, расход поступающей через сечение SK делится на две части: одна часть, пересекая линию CD поступает в пограничный слой, другая часть перемещаясь по руслу пересекает линию DL .

Назовем линией зоны влияния такую линию ED , где все части жидкости ODE , обязательно пересекают границу пограничного слоя OD .

Таким образом, часть общего расхода, поступающая через сечение SE , шириной ℓ^1 попадает в пограничный слой. В свою очередь расход проходящий через OD делится на две части: одна часть забирается боковой плотиной через границу OC , другая через сечение CD направляется в нижний бьеф русла. Предположим сначала, что максимальная ширина зоны влияния ℓ^1 на участке бокового водозабора меньше ширины водотока ℓ , т.е. $\ell^1 < \ell$. По определению зоны влияния

$$Q_1 = Q_2, \quad (1)$$

где Q_1 - расход, поступающий через OE , а Q_2 - расход, проходящий через границу пограничного слоя OD .

Обозначим через H_0 среднюю глубину воды на сечении OK . Тогда, очевидно, вследствие перераспределения расхода, средняя глубина на сечении CL будет меньше, чем H_0 . Для сравнительно небольшого значения ширины боковой плотины (мы полагаем, что $\ell < b$), изменение глубин воды на участке плотины незначительны. Поэтому мы, пренебрегая этими изменениями, положим среднюю глубину потока на рассматриваемом участке равным H_0 .

Представим расход Q_2 в виде суммы двух слагаемых:

$$Q_2 = Q_2' + Q_2 \quad (2)$$

где Q_2' - количество воды, протекающее через границу пограничного слоя OD в направлении оси Oy ;

Q_2 - количество воды, протекающее через границу пограничного слоя в направлении оси Ox .

Тогда

$$Q_2' = v \cdot H_0 \cdot v, \quad Q_2 = b H_0 - u_{cp}, \quad (3)$$

где v - средняя поперечная скорость на границе пограничного слоя;

u_{cp} - средняя продольная скорость на границе пограничного слоя;

b - максимальная ширина пограничного слоя.

С учетом (2), (3) уравнение (1) можно переписать в виде

$$H_0 \cdot \ell_0 \cdot u_0 = H_0 \beta_v + H_0 b u_{cp} \text{ или } \ell u_0 = \beta_v + b u_{cp} \quad (4)$$

Продольные скорости в точках пограничного слоя возрастают до своего максимального значения в точке D , поэтому приближенно в качестве u_{cp} примем половину максимального значения продольных скоростей, т.е. по (4)

$$u_{cp} = \varphi \frac{0,09945}{\sqrt{R_\ell}} \cdot (5,75 \ell g \cdot \frac{\delta}{d} + 8,48) \cdot U_0, \quad (5)$$

а максимальная ширина пограничного слоя b по формуле (4) равна:

$$\delta = K_{ж} \cdot d^{\frac{1}{7}} \cdot \beta^{\frac{1}{7}} \quad (6)$$

Тогда из формул (5) - (7) следует:

$$\frac{\ell / U_0 - \delta u_{cp}}{\beta} = \frac{\ell / U_0 - \varphi \cdot \partial \ell d^{\frac{1}{7}} \cdot U_0 \cdot K_{ж} \beta^{\frac{6}{7}}}{\beta} = \frac{\ell^{\frac{1}{7}} - \varphi \cdot K_{ж} \cdot \partial \ell d^{\frac{1}{7}} \cdot \frac{6}{7}}{\beta} \cdot U_0 \quad (7)$$

$$\text{где } \partial \ell = \frac{0,09945}{\sqrt{R_\ell}} \left(5,75 \ell g \frac{\delta}{d} + 8,48 \right). \quad (8)$$

Обозначим через z безразмерную величину:

$$z = \varphi \cdot K_{ж} \quad (9)$$

которая зависит от пористости плотины и т.д.

Величина $\ell^{\frac{1}{7}}$ также зависит от многих факторов: скорости в канале, размеров, формы и структуры расположения частиц, слагающих плотину, от шероховатости стенки, от ширины плотины, от пористости плотины и т.д. Представим $\ell^{\frac{1}{7}}$ в виде такой зависимости:

$$\ell^{\frac{1}{7}} = \tau \cdot z^{\frac{1}{7}} \cdot \delta, \quad (10)$$

где δ - максимальная ширина пограничного слоя; $z^{\frac{1}{7}}$ - коэффициент, зависящий от вышеперечисленных факторов для z из (10). Коэффициент τ зависит от совокупности следующих факторов:

$$\tau = \tau(v, H_0, U_0, d, g) \quad (11)$$

Как видно из формулы (11), τ является безразмерной величиной. Окончательно из формулы (12) имеем:

$$\ell^{\frac{1}{7}} = \tau \cdot z \cdot d^{\frac{1}{7}} \cdot \beta^{\frac{6}{7}}, \quad (12)$$

где τ и z определены соответственно в (11) и (9).

Ранее во второй главе было показано, что с увеличением в ширине зоны влияния $\ell^{\frac{1}{7}}$ растет, с увеличением U_0 - убывает. Рост d также приводит к росту к $\ell^{\frac{1}{7}}$. Исходя из этих закономерностей составим для определения τ следующую безразмерную величину из указанных в (11) факторов (исключая H_0)

$$\tau = \frac{v^{\alpha} \cdot d^{\beta} \cdot g^{\gamma}}{U_0^t} \quad (13)$$

где α, β, γ, t - некоторые положительные числа.

Выпишем размерности входящих в формулу(13) величин:

$$v \sim [L], d \sim [L], g \sim [L/T^2], U_0 \sim [L/T^2],$$

где L - размерность длины;

T - размерность времени.

Из условия безразмерности получим:

$$\alpha + \beta + \gamma = t, \quad 2\gamma = t.$$

Следовательно,

$$\gamma = \alpha + \beta, \quad t = 2(\alpha + \beta).$$

Окончательно,
$$\tau = \frac{v^{\alpha} \cdot d^{\beta} \cdot g^{\alpha+\beta}}{U_0^{2(\alpha+\beta)}}. \quad (14)$$

Из формулы (12) имеем:

$$\ell^1 = Z \cdot \frac{v^{\alpha+\frac{6}{7}} \cdot d^{\beta+\frac{1}{7}} \cdot g^{\alpha+\beta}}{U_0^{2(\alpha+\beta)}} \quad (15)$$

Подставляя формулы (10) и (13) в (8) для определения средней поперечной скорости на границе пограничного слоя, получим:

$$v = \frac{\tau - \sigma \ell}{Z \cdot d^{\frac{1}{7}} \cdot v^{\frac{6}{7}}} \cdot U_0 \quad (16)$$

Ввиду достаточной малости толщины пограничного слоя можно считать, что средняя поперечная скорость жидкости на границе *OC* также равна v как и в (82). Тогда средняя скорость фильтрации на входе в плотину

$$v_{\text{ср}} = n \cdot v.$$

Следовательно, $Q_{\text{фил.}} = H_0 \cdot v \cdot v_{\text{ср}} = H_0 \cdot v \cdot n \cdot v. \quad (17)$

Общий расход водотока $Q_0 = H_0 \cdot \ell \cdot U_0.$

Тогда основную формулу $W = \frac{Q_{\text{фил.}}}{Q_0}$ можно переписать в виде:

$$W = \frac{H_0 v \cdot n \cdot v}{H_0 \cdot \ell \cdot U_0} = \frac{n}{\ell} \cdot \frac{v^2}{U_0}.$$

Найдем значение $\frac{v^2}{U_0}$ из формулы (16) и подставим последнюю формулу:

$$W = \frac{n}{\ell} \cdot Z \cdot (\tau - \kappa) \cdot d^{\frac{1}{7}} \cdot v^{\frac{6}{7}}, \quad (18)$$

где τ и κ определяются соответственно зависимостями (80) и (85).

Более подробно формула (19) имеет вид

$$W = \frac{zn}{\ell} \cdot \left[\frac{v^{\alpha+\frac{6}{7}} \cdot d^{\beta+\frac{1}{7}} \cdot g^{\alpha+\beta}}{U_0^{2(\alpha+\beta)}} - \frac{0.09945}{\sqrt[3]{Re_k}} \left(5.75 \ell g K_* \left(\frac{v}{d} \right)^{\frac{6}{7}} \right) + 8.48 \cdot d^{\frac{1}{7}} \cdot v^{\frac{6}{7}} \right].$$

Литература:

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М., Наука, 1976, 140 с.
2. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М. Наука, 1976, 280 с.
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М., Наука, 1972, 25 с.
4. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. М., Энергоатомиздат, 1984, 292 с.

Рецензент: д.т.н., профессор Муksiнов Р.М.