

Мамбетов Э.М., Садыбакова Д.К.

ТЕКЧЕЛУУ КАЛКАНЫН ӨТКӨРӨ АЛГЫЧТЫК МҮМКҮНЧҮЛҮГҮН АНЫКТООГО КАРАТА КОЮЛГАН МАСЕЛЕ

Мамбетов Э.М., Садыбакова Д.К.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПРЯМОУГОЛЬНОГО НАСАДКА СО СВОБОДНЫМ ИСТЕЧЕНИЕМ

E.M. Mambetov, D.K. Sadybakova

THE QUESTION OF DETERMINING OF CAPACITY RECTANGULAR A NOZZLE WITH THE FREE EXPIRATION

УДК: 626.824+626.823.61(045/046)

Бул макалада суу чарбасында пайдалана турган жаңы суу өлчөгүчтүн сууну өткөрө алгычтык мүмкүнчүлүгү теория жагынан каралды. Жаңы суу өлчөгүч курулуштун аты – текчелүү калкан. Бул ноо каналында пайдаланылат. Муну пайдаланыш үчүн, ал курулгандан кийин, аны градуирдөө керек. Градуирдөөдө «ылдамдык-аянт» методу пайдаланылат.

Негизги сөздөр: ноо каналы, суу өлчөгүч, текчелүү калкан, суу өткөрүч, жаңы суу өлчөгүч, агуу ылдамдыгы, суу курулуш, градуирдөө, «ылдамдык-аянт» методу.

В статье рассматриваются вопросы теоретического определения пропускной способности водомера типа «Прямоугольный насадок», разработанного применительно к внутрихозяйственным оросительным каналам параболического сечения. На основании уравнения Бернулли, получены формулы для определения скорости и расхода воды при выходе ее из прямоугольного насадка.

Ключевые слова: внутрихозяйственный канал с земляным руслом, лоток параболического сечения, водомер, прямоугольный насадок, напорный водовод, скорость потока, расход воды, градуировка сооружения, уравнение Бернулли, напор, потери напора.

In this article questions of the theoretical determination of capacity of a hydrometer of type «Rectangular nozzles», the parabolic section developed in relation canals are considered. On the bases of the equation of Bernoulli, are received a formula for determination of speed and a consumption of water at her exit from rectangular a nozzle.

Key words: on-farm channel with an earthen channel, a parabolic cross section, a water meter, a rectangular nozzle, a

pressure line, a flow rate, a water flow, a graduation of the structure, the Bernoulli equation, head, head loss.

Для улучшения учета воды во внутрихозяйственных оросительных каналах с земляным руслом был разработан водомер типа «Прямоугольный насадок» [1], который внедрен в производство на экспериментальных сооружениях и детально изучен, при этом технико-экономические и экспериментальные его показатели оцениваются как положительные [2]. Данный водомер, примененный на внутрихозяйственных оросительных каналах с земляным руслом, был разработан для условий подпорного и подпорнопеременного режимов истечения, возникаемых из-за заиливания наносами (илом, песком) и зарастания растительностью (камышом, травами) отводящих в земляном русле каналов.

Одновременно с каналами в земляном русле, во внутрихозяйственных оросительных каналах имеются и лотковые оросительные водотоки параболического сечения. Распространение на этих каналах водомера типа «Прямоугольный насадок», с нашей точки зрения, имеет важное практическое значение, так как учет воды в лотковых каналах параболического сечения находится только на начальной стадии.

В связи с этим можем отметить, что применительно к лотковым каналам параболического сечения разработан водомер типа «Прямоугольный насадок», упрощенная схема которого приведена на рисунке 1.

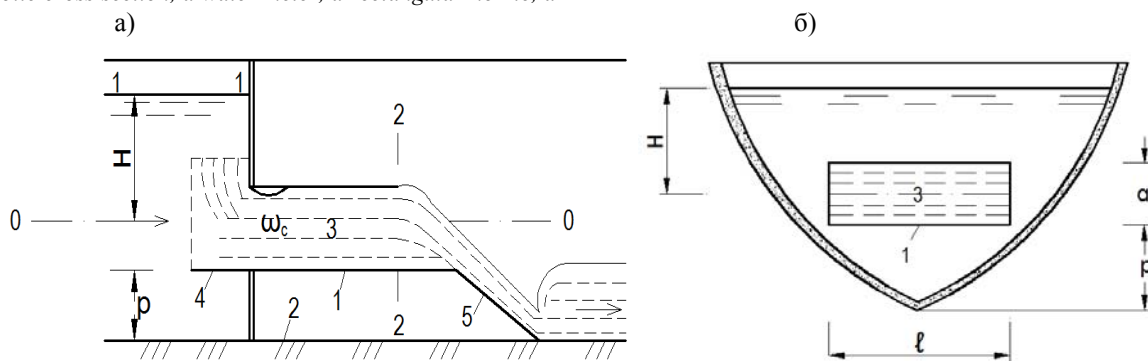


Рис. 1. Схема «Прямоугольного насадка» на лотковом канале с параболическим сечением. а – продольный разрез; б – поперечное сечение водотока (вид с верхнего бьефа).

На этом рисунке показано истечение жидкости из напорного водотока, имеющего прямоугольное поперечное сечение. В соответствии с этим рисунком:

- дно напорного водовода 1 приподнято над дном лотка 2 на определенную высоту (P) для того, чтобы в средней по высоте части лотка образовался водоток 3 с прямоугольным поперечным сечением;
- водоток 3 имеет короткую длину (в натуре не более 0,4м) и выполнен горизонтальным;
- водоток 3 в верхнем бьефе соединен с коротким (длиной не более 0,3м) открытым прямоугольным водоводом 4, предусмотренным для устранения донного и бокового сжатий потока при входе его в напорный водовод;
- в нижнем бьефе напорный водовод соединен с отводящим лотковым каналом при помощи открытого водовода 5 с наклонным дном.

Выполнение водомера типа «Прямоугольный насадок» по описанной выше конструкции обеспечит свободное истечение потока из напорного водовода при выходе его из насадка.

Теоретические разработки по определению пропускной способности данного водомера сводятся к следующему.

Исходные условия: течение воды во второй половине прямоугольного водовода – напорное и параллельно-струйное; истечение из него – свободное, дно водовода – горизонтальное; длина водопропускного отверстия (l) соответствует ширине прямоугольного короткого водовода, чем будут ликвидированы боковые сжатия струй; отсутствует и донное сжатие струй. Все это благоприятно отразится на пропускную способность водомера. Струи сжимаются не по всему периметру водотока, а только сверху. Но это поверхностное сжатие не распространяется на вторую половину напорного водовода, где течение воды – параллельно-струйное. Изложенные положения позволяют, с нашей точки зрения, использовать уравнение Бернулли для определения пропускной способности водомера, разработанного применительно к лотковым каналам параболического сечения.

Для определения скорости течения воды при выходе из прямоугольного насадка составим уравнение Бернулли для сечений 1-1 и 2-2 при плоскости сравнения, проходящей через ось насадка 0-0 (рис. 1а), которое выражается следующим равенством

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f, \quad (1)$$

где $Z = H$ – напор воды; P_1 и P_2 – давления на поверхности воды в верхнем и нижнем бьефах, равные атмосферному давлению; g – ускорение силы тяжести; v_1 – скорость потока перед диафрагмой; γ – удельный вес жидкости; $Z_2 = 0$; v_2 – скорость течения воды при выходе потока из насадка; h_f – потери напора от сечения 1-1 до сечения 2-2.

Поскольку насадки изготавливаются короткими (в нашем случае менее 0,4 м), можно считать, что

потери напора происходит лишь за счет местных сопротивлений, определяемый по связи

$$h_f = \xi \frac{v_2^2}{2g}, \quad (2)$$

где ξ – коэффициент сопротивления, учитывающий потери напора от сечения 1-1 до сечения 2-2.

Подставив приведенные выражения в (1) и произведя соответствующие арифметические действия, получим

$$H + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_2^2}{2g} + \xi \frac{v_2^2}{2g}, \quad (3)$$

Обозначив $H + \frac{v_1^2}{2g} = H_0$, вместо (3) будем иметь

$$H_0 = (1 + \xi) \frac{v_2^2}{2g}, \quad (4)$$

откуда

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}} \sqrt{2gH_0}, \quad (5)$$

Обозначив

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}}, \quad (6)$$

для скорости течения воды при выходе потока из насадка получим (индексы опущены)

$$v = \varphi \sqrt{2gH_0}, \quad (7)$$

где φ – коэффициент скорости.

Расход воды, проходящей через прямоугольный насадок, будет определяться по формуле

$$Q = wv = lav, \quad (8)$$

где l и a – длина и высота водопропускного отверстия насадка (рис. 1б).

Подставив значения скорости из (7) в (8), получим

$$Q = w\varphi \sqrt{2gH_0}, \quad (9)$$

Поскольку на выходе из насадка струи потока не сжимаются, то в формуле по определению коэффициента расхода

$$\mu = \varepsilon\varphi, \quad (10)$$

значение коэффициента сжатия $\varepsilon = 1$, тогда $\mu = \varphi$.

При учете этого положения формула (9) будет иметь вид

$$Q = \mu w \sqrt{2gH_0}, \quad (11)$$

При малой скорости потока в верхнем бьефе величина H_0 может быть заменена на напор воды, то есть на H .

Следует отметить, что формула (7) и (11) могут быть использованы для определения параметров водомера с прямоугольным насадком, с дальнейшим уточнением его пропускной способности при градуировке сооружения. Градуировка водомера будет осуществляться по методу «скорость-площадь», при

этом подача воды водопотребителям будет осуществляться по отградуированному графику $Q = f(H)$.

Литература:

1. Патент №217 КР. Водомерное сооружение. Авторы: Сатаркулов С.С., Батыкова А.Ж., Мамбетов Э.М. Бюлл. №12, 2016.
2. Мамбетов Э.М. Совершенствование водомерных сооружений для учета воды во внутрхозяйственных каналах (на примере Чуйской долины). Автореферат кандидатской диссертации. - Бишкек, 2017.
3. Караушев А.В. Речная гидравлика. - Ленинград, 1969.

Рецензент: к.т.н., доцент Суянтбекова И.А.
