

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ КОНСТРУКЦИИ ЛАБИРИНТНОГО РЫБОХОДА

Г.С. Габаян¹, А.Л. Самвелян², С.Х. Пипоян³

¹ООО "Гидроэнергетика"

²Национальный университет архитектуры и строительства Армении

³Армянский государственный педагогический университет им. Х. Абовяна

Правильный выбор геометрических размеров элементов рыбохода при его проектировании предопределяет его нормальную работу. Предложена конструкция лабиринтного рыбохода, выполненного из руслообразующих материалов. Для изучения гидравлики предложенного рыбохода в лаборатории Института водных проблем и гидротехники им. акад. И.В. Егиазарова построена его физическая модель. Даны основные зависимости по определению геометрических размеров секций рыбохода предлагаемой конструкции исходя из размеров тела типового состава рыб, проходящих через них. На примере рек Республики Армения разработаны рекомендации по выбору размеров рыбохода в зависимости от территориального размещения объекта проектирования.

Ключевые слова: рыбоход, размер тела рыб, прудок, гидравлическая модель, натуральные русла.

Введение. Исследования водозаборных узлов гидротехнических сооружений, построенных на горных и предгорных реках, показали, что построенные на них рыбоходы часто не обеспечивают условия для прохода рыб.



Рис.1. Общий вид гидравлической модели рыбохода

Основными причинами этого являются неудачные конструкции рыбоходов, выполненных без должного соблюдения их геометрических размеров, обеспечивающих проход рыб на нерест. Исходя из этого, нами была предложена конструкция лабиринтного рыбохода, устроенного из натурального руслообразующего материала реки.

Для изучения гидравлики предложенного рыбохода в лаборатории Института водных проблем и гидротехники им. акад. И.В. Егиазарова была построена его физическая модель (рис. 1). Подробное описание модели и некоторые результаты проведенных исследований гидравлики предложенного рыбохода приведены в [1].

Постановка задачи и обоснование методики. В основе методики определения геометрических размеров предлагаемой конструкции рыбохода принята концепция их определения исходя из размеров наиболее крупных особей проходных и полупроходных рыб, встречающихся на исследуемом участке реки. Для этого на основании ихтиологических исследований, проведенных на реках Армении [2 - 4], были обобщены и получены основные параметры размеров тела рыб в различных зонах их обитания [5]. Результаты этих исследований для Республики Армения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обобщающая таблица максимальных размеров тела рыб в зависимости от их мест распространения

| № | Районы обитания рыб | Средняя длина тела зрелой рыбы (см) | Максимальная длина тела l_T (см) | Максимальная высота тела (см), h_T | Максимальная ширина тела, (см), b_T | Показатель дружности прохода рыбы, n |
|---|--|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1 | Горные и предгорные районы Республики Армения (верхнее течение, выше отметки 1600 м) | 25...40 | 75 | 21 | 14...16 | 2 |
| 2 | Равнинные районы Республики Армения (среднее течение рек Аракс, Мецамор, Раздан, Дебет, Памбак, Дзорагет, Ахстев и т.д. ниже отметки 1600 м) и река Ахурян | 40...55* | 100* | 32* | 19...23* | 3 |
| 3 | Бассейн оз. Севан | 35...50 | 85 | 28 | 16...18 | 3 |

* - не учтен обычный сом.

На основании проведенных исследований предлагаются следующие рекомендации по определению геометрических размеров предложенного типа лабиринтного рыбохода с учетом результатов исследований, проведенных на

гидравлической модели.

Ширина прохода рыбохода B_{np} определяется исходя из ширины тела рыб с учетом дружности их прохода по рыбоходу:

$$B_{np} = 1,2b_T n, \quad (1)$$

где b_m - ширина тела крупной особи рыбы в период нереста; n - показатель дружности прохода рыбы через рыбоход (табл. 1).

Согласно ихтиологическим исследованиям, для прохода рыбы на коротких участках должна быть обеспечена глубина воды не менее высоты тела проходных рыб. Если проход лабиринтного рыбохода запроектировать как водослив с широким порогом, то обеспечение на пороге глубины более 20% высоты тела рыб однозначно обеспечит также глубину более высоты тела перед порогом проходной части:

$$H = h_1 + p > h_T, \quad (2)$$

где H – глубина воды перед проходом лабиринта; h_{np} – глубина воды на проходе; z – перепад глубины на входе водослива с широким порогом; p – порог водослива; h_m – высота тела крупной особи проходных рыб.

Длина прохода предложенного лабиринтного рыбохода L_{np} определяется из условия обеспечения гидравлики прохода, как водослива с широким порогом [6]:

$$L_{np} = (3...4)h_1 = (5...7)h_T. \quad (3)$$

Учитывая размеры рыб, обитающих на проектируемом участке, величина h_1 выбирается такой, чтобы на участке перехода, т.е. на водосливе с широким порогом, глубина h_{np} (4) также обеспечила проход рыб [6]:

$$h_{np} = \frac{2}{3}h_1 \quad (4)$$

Согласно модельным исследованиям, перед проходом лабиринтного рыбохода образуется зона малых скоростей, которая может рассматриваться как прудок для отдыха молоди и рыб с более низкими показателями крейсерской скорости. Следовательно, размеры прудка должны быть выбраны из условия обеспечения достаточности пространства для отдыха рыбы между участками развития бросковых скоростей. Длина и ширина прудка обычно выбираются одинакового размера и определяются по зависимости

$$L_n = B_n = 1,2l_T \quad (5)$$

при соблюдении условия

$$l_T \geq 1,2nb_T. \quad (6)$$

При несоблюдении этого условия размеры прудка для отдыха молоди определяются по зависимости

$$L_n = B_n = 1,2b_T n. \quad (7)$$

В (5) - (7) $L_{п}$ и $B_{п}$ - соответственно длина и ширина прудка для отдыха молоди; $l_{т}$ и $b_{т}$ - соответственно длина и ширина тела крупной особи проходных рыб; n - показатель дружности прохода рыб.

В соответствии со схемой предлагаемого лабиринтного рыбохода (рис. 2) основные размеры одной секции рыбохода определяются зависимостями

$$B_c = B_{np} + B_n, \quad (8)$$

$$L_c = L_{np} + L_n, \quad (9)$$

где L_c и B_c - соответственно длина и ширина одной секции лабиринтного рыбохода.

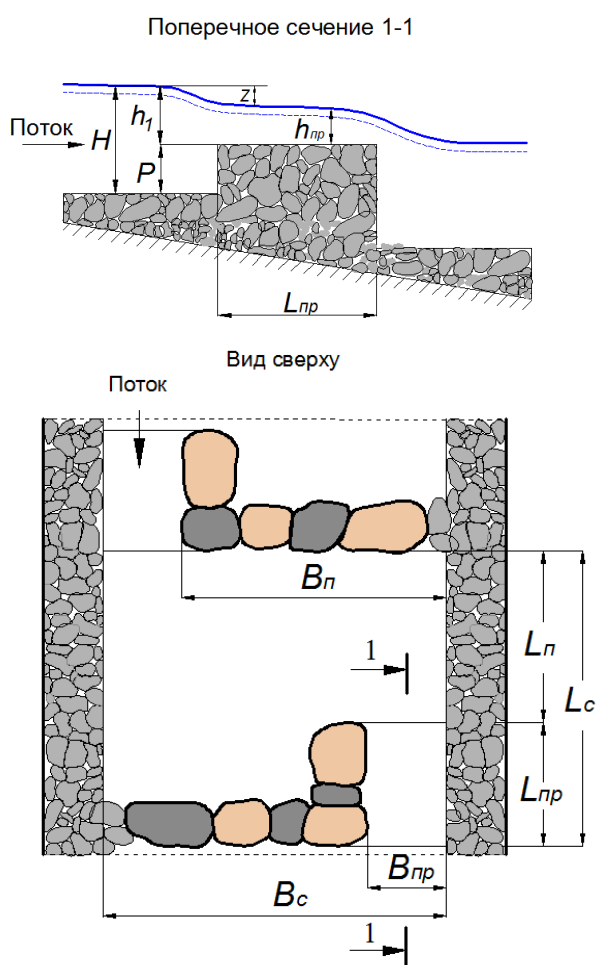


Рис. 2. Схема секции рыбохода

Используя (1), (2), (3) и (5), можно получить выражения, определяющие габаритные размеры секции лабиринтного рыбохода в зависимости от размеров

крупных особей проходных рыб и дружности их прохода. При соблюдении условия (6) размеры секции следует определять по зависимостям

$$B_c = 1,2(b_T n + l_T), \quad (10)$$

$$L_c = 1,2l_T + 4h_T. \quad (11)$$

Если условие (6) не соблюдается, то размеры секции лабиринтного рыбохода следует определять по зависимостям

$$B_c = 2,4b_T n, \quad (12)$$

$$L_c = 1,2b_T n + 4h_T. \quad (13)$$

Для определения расхода воды и скорости движения воды необходимо произвести гидравлические расчеты на участке прохода. Расход воды определяется [6] по следующей формуле:

$$Q = m B_{np} \sqrt{2gh_1}^{3/2}, \quad (14)$$

где m - коэффициент расхода; g - скорость свободного падения.

В случае, когда расход воды (Q) больше экологического потока ($Q_{эК}$) реки:

$$Q > Q_{эК}, \quad (15)$$

необходимо увеличить экологический поток, приравнивая его к расходу воды рыбохода, и провести поток через рыбоход.

Возможно, что величина расхода воды рыбохода может быть меньше экологического потока реки. Тогда обязательно пропустить весь экологический поток через рыбоход. В этом случае необходимо предусмотреть другую конструкцию по отношению к остальной части потока воды:

$$Q < Q_{эК}. \quad (16)$$

Скорость движения воды на участке перехода [6] определяется по следующей формуле:

$$V_{np} = \frac{Q}{B_{np} h_{np}}. \quad (17)$$

Для того, чтобы рыбы проходили через рыбоход без препятствий, необходимо, чтобы расчетная скорость (17) на участке прохода рыб была меньше или равной минимальной бросковой скорости рыб, проходящих через конструкцию.

Средняя скорость движения воды в рыбоходном тракте определяется по формуле

$$V_{cp} = \frac{Q}{B_c h}, \quad (18)$$

где Q - расход воды, проходящей через тракт; h - высота воды.

Результаты исследования. Исходя из полученных зависимостей, с использованием данных, приведенных в табл.1, можно рекомендовать следующие размеры рыбохода предложенной конструкции для различных регионов

Республики Армения (табл. 2). Следует учесть, что предложенные размеры минимальные, и они могут быть увеличены при надлежащем обосновании для конкретных проектов.

Таблица 2

Рекомендуемые минимальные размеры лабиринтного рыбохода для различных регионов Республики Армения (см)

| № | Районы обитания рыб | $h_{пр}$ | $B_{пр}$ | $L_{пр}$ | $L_{п} = B_{п}$ | B_c | L_c |
|---|--|----------|----------|----------|-----------------|-------|-------|
| 1 | Горные и предгорные районы РА (верхнее течение выше отметки 1600 м) | 21 | 39 | 63 | 90 | 129 | 153 |
| 2 | Равнинные районы РА (среднее течение рек Аракс, Мецамор, Раздан, Дебет, Памбак, Дзорагет, Ахстев и т.д. ниже отметки 1600 м) и река Ахурян | 32 | 83 | 96 | 120 | 203 | 216 |
| 3 | Бассейн оз. Севан | 28 | 65 | 84 | 102 | 167 | 186 |

Количество секций на предложенной конструкции рыбохода определяется в зависимости от перепада между верхним и нижним бьефами водозаборного узла исходя из условия соблюдения надлежащих скоростей на элементах рыбохода.

Выводы

1. На основании исследований гидравлического режима лабиринтного рыбохода определены участки секции рыбохода с низкими скоростями, которые могут служить в качестве прудков для отдыха мигрирующих рыб.
2. В основу назначения размеров элементов рыбохода предложено брать наибольшие размеры тела проходных рыб, встречающихся на участке проектируемого водозабора.
3. Разработаны зависимости для определения основных геометрических размеров секций рыбохода с учетом дружности прохода рыб через них.
4. Исходя из видового состава рыб, предложены рекомендации по выбору размеров секции рыбохода для различных регионов Республики Армения.

Литература

1. Самвелян А.Л., Габаян Г.С., Авагян А.Л. Исследование одной конструкции рыбохода на гидравлической модели // Вестник ГИУА (Политехник). Серия "Гидрология и гидротехника". - 2014. - № 2. - С. 69-78.
2. Пипоян С.Х. Икhtiофауна Армении: этапы формирования и современное состояние. ISBN 978-3-8473-9977-3. - 2012. - 548 с.
3. Пипоян С.Х. Современная икhtiофауна рек Армении // Ученые записки/ Армянский гос. педагогический ун-т им. Х. Абовяна. - 2009. - № 1 (11). - С.19-23.

4. **Պիպոյան Ա.Խ., Մալխասյան Ա.Հ.** Հայաստանի պետական արգելոցների և ազգային պարկերի ձկնաշխարհը // Հայաստանի կենսաբանական հանդես.- 2014.- 1(66). - էջ 18-25:
5. **Սամվելյան Ա.Լ., Գաբայան Գ.Ս., Պիպոյան Ա.Խ.** Ձկնատեսակների մարմնի չափերը որպես ձկնուղի կառուցվածքի չափերը որոշող գործոն // ՃՇՀԱՀ տեղեկագիր.- 2014.- N6 (44). – էջ 31-38:
6. **Киселева П.Г.** Справочник по гидравлическим расчетам. – М.: Энергия, 1974. – 312 с.

*Поступила в редакцию 10.02.2015.
Принята к опубликованию 15.06.2015.*

ԼԱԲԻՐԻՆԹՈՍԱՅԻՆ ՁԿՆՈՒՂՈՒ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԵՐԿՐԱԶԱՓԱԿԱՆ ՉԱՓԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Գ.Ս. Գաբայան, Ա.Լ. Սամվելյան, Ա.Խ. Պիպոյան

Ձկնուղու կառուցվածքը նախագծելիս երկրաչափական չափերի ճիշտ ընտրությունը նպաստում է դրա բնականոն աշխատանքին: Գետային հունակազմիչ նյութերից կազմված առաջարկվող լաբիրինթոսային ձկնուղու հիդրավլիկան ուսումնասիրելու համար ակադեմիկոս Ի.Վ. Եղիազարովի անվան ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտի լաբորատորիայում պատրաստվել է մոդել: Ձկնուղու առաջարկվող կառուցվածքի երկրաչափական չափերի ընտրությունը հիմնականում կախված է այն ձկնատեսակների մարմնի չափերից, որոնք անցնում են կառուցվածքի միջով: ՀՀ գետերի օրինակով մշակվել են առաջարկներ ձկնուղու կառուցվածքի չափերի ընտրության համար՝ ելնելով նախագծման օբյեկտի տարածքային տեղաբաշխումից:

Առանցքային բառեր. ձկնուղի, ձկան մարմնի չափ, լճակ, հիդրավլիկական մոդել, բնական հուն:

DETERMINING THE GEOMETRIC DIMENSIONS OF A LABYRINTH FISHWAY

G.S. Gabayan, A.L. Samvelyan, S.Kh. Pipoyan

The correct selection of geometric dimensions of the fishway elements at its design predetermines its normal operation. A structure of a labyrinth fishway performed by river – bed – forming materials is proposed. To study the hydraulics of the proposed fishway, its physical model is constructed at the laboratory of the Institute of Water Problems and Hydro Engineering after Academician I.V. Yeghiazarov. The main dependencies for determining the geometric dimensions of the fishway sections of the proposed structure based on the body sizes at the typical school of fishes passing through them are introduced. On the example of the rivers in Armenia, recommendations on selecting the fishway dimensions depending on the territory location of the designed object are developed.

Keywords: fishway, the fish body size, pool, hydraulic model, natural channels.