

УДК 627.882 + 532.522

КОНСТРУКЦИЯ РЫБОХОДА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОПУСКА РЫБ ЧЕРЕЗ ГИДРОУЗЛЫ, ПОСТРОЕННОЙ ПО ТИПУ ПРИРОДНОЙ

Введенский О.Г.

ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»,
Йошкар-Ола, Россия

Обсуждается проблема создания эффективной конструкции рыбохода, отвечающей экологическим требованиям. Для решения этой задачи предложена новая конструкция рыбохода, отвечающая современным экологическим требованиям. В основе предлагаемой конструкции рыбохода лежит технология пропуска рыб через гидроузлы, построенная по типу природной. Она заключается в использовании гидравлических струй с целью создания оптимальных условий для эффективного пропуска рыб, идущих на нерест из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф. Представлены основные расчётные зависимости, позволяющие оценить важнейшие технические параметры рыбохода предлагаемой конструкции. Описана суть предлагаемых инженерных решений.

Ключевые слова: рыбоход, гидроузел, экологическая технология, технология по типу природной, нерест, гидравлические струи.

Гидротехническое строительство, осуществляющееся на внутренних водных путях страны, приводит к изменению исторически сложившихся условий обитания рыб. При таком хозяйственном освоении рек во многих случаях условия развития и существования ихтиофауны нарушаются. К таким нарушениям относятся перекрытие миграционных путей рыб (гидроузлами – для рыб, идущих на нерест, водохранилищами – при скате молоди вниз), изменение режима нерестилищ, захват молоди в водозаборные сооружения, травмирование её различными инженерными сооружениями и скоростными судами, изменение режима расходов и уровней воды в реках при регулировании стока [9]. Все это резко меняет условия воспроизводства рыб, особенно проходных и полупроходных, т.е. тех которые нагуливаются в море, озере, водохранилище, а для размножения заходят в реки и полойные системы. Сокращаются ареалы их обитания. Для снижения ущерба, причиняемого гидростроительством на реках, и компенсации его практика отечественного рыбного хозяйства предусматривает использование ряд мер по воспроизводству рыбных запасов:

строят рыборазводные хозяйства и заводы, проводят мелиорацию нерестилищ, в составе гидроузлов устраивают рыбохозяйственные гидротехнические сооружения. Однако эти меры не решают в полной мере стоящие проблемы.

Между тем, имеющийся, хотя и не массовый, опыт рационального рыбохозяйственного использования водоемов и эксплуатации каскадов речных гидроузлов показывает, что при создании соответствующих условий для преодоления рыбами при их нерестовых миграциях искусственных или естественных препятствий обеспечивается не только воспроизводство, но и увеличение промысловых стад [6, 8, 9]. Обозначенную проблему можно решить путём применения новых прогрессивных и экологических технологий рыбопропуска через плотины речных гидроузлов. Несмотря на столетнюю историю применения рыбопропускных сооружений в составе гидроузлов, вопросы их разработки, исследований, проектирования, строительства и эксплуатации не потеряли своей актуальности и сегодня.

Все рыбопропускные сооружения, как известно, делят на рыбоходы и рыбо-

подъемники [6, 7, 8]. В рыбоходах рыбы перемещаются благодаря их активному движению на всём протяжении рыбопропускного устройства, а в рыбоподъёмниках — за счёт работы самого сооружения, где рыбы не затрачивают собственной энергии на преодоление водного напора.

Действующие на сегодня рыбоподъёмные сооружения обладают рядом существенных недостатков: определённая цикличность действия; несоответствие биологическим особенностям рыб; небезопасные условия для преодоления рыбами перепада уровней на сооружении; отличие условий пропуска рыб в верхний бьеф от естественных условий; сложность в эксплуатации и др. [6, 7, 8]. Рыбоподъёмники применяют в основном на средне и высоконапорных гидроузлах.

Рыбоходы являются наиболее распространенным, исследованным и широко используемым на практике видом рыбопропускных сооружений. Они представляют собой открытые каналы, выполненные с постоянным или переменным уклоном по длине [6, 7, 8]. В своей работе ры-

боходы используют естественное стремление рыб идти на нерест против течения. Поэтому условия пропуска рыб в рыбоходах близки к естественным условиям. Многие конструкции рыбоходов, в целях уменьшения их протяженности и стоимости, оборудуются различными устройствами для гашения кинетической энергии потока: гасителями, перегородками, элементами искусственной шероховатости и т.д., что повышает вероятность травм и гибели рыбы. Рыбоходы, наряду с очевидными достоинствами, имеют свои специфические недостатки: непреодолимые для рыб высокие скорости в рыбоходном тракте рыбохода; малая глубина заполнения лотков; слабое выделение привлекающих рыб потоков воды в нижнем бьефе; низкая пропускная способность; значительная их протяженность; существенные затраты рыбами мускульной энергии и скат их из сооружения, высокая зависимость скорости воды в лотке от колебаний бьефов гидроузла и др. Действующие конструкции рыбоходов применимы только лишь для низконапорных гидроузлов.

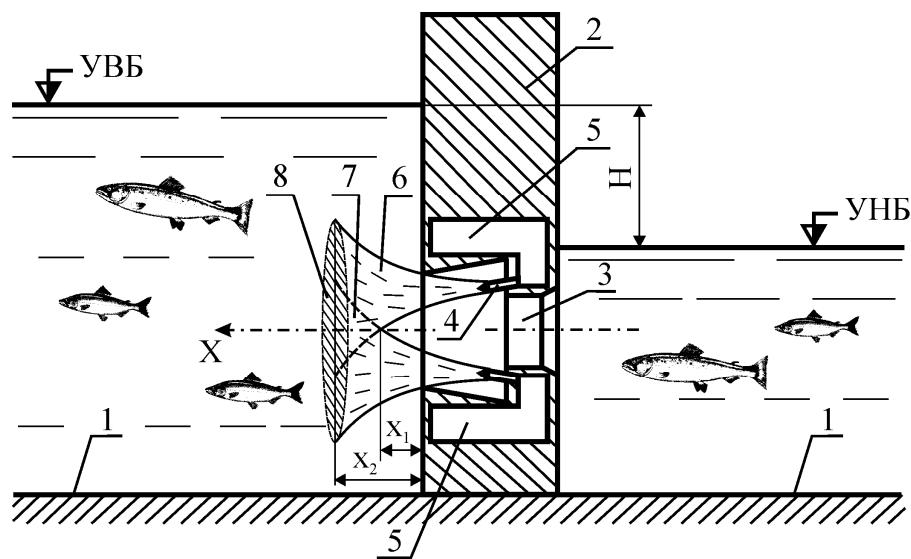


Рис. 1. Схема реализации технологии пропуска рыб через гидроузел, построенной по типу природной:
1 – рыбоходный тракт (водосливной лоток); 2 – вертикальная поперечная перегородка; 3 – всплытое отверстие; 4 – струеобразующие насадки; 5 – раздающие коллекторы, питающие насадки; 6 – ряды параллельных гидравлических струй; 7 – суммарный поток; 8 – зона «частично равных давлений»; УНБ – уровень нижнего бьефа; УВБ – уровень верхнего бьефа; H – величина напора на поперечную перегородку со стороны верхнего бьефа; X_1 – расстояние от поперечной перегородки до зоны взаимодействия струй воды; X_2 – расстояние от поперечной перегородки до зоны «частично равных давлений»

На наш взгляд перспективным направлением развития рыбопропускных сооружений является развитие конструкций классических рыбоходов с технологией работы по типу природной. В основе этой технологии лежит способ использования параллельных гидравлических струй, который позволяет создать оптимальные гидравлические условия с равномерным распределением скоростей потока по живому сечению рыбоходного тракта, как в свободной реке [1, 3, 4].

Способ использования параллельных гидравлических струй заключается в следующем. В вертикальной поперечной перегородке, разделяющей бьефы гидроузла, выполняют всплытое отверстие (рис. 1).

$$V_{X0} = \Phi_X \frac{V_{0n} d_0^{\frac{2}{3}} n^{\frac{1}{3}}}{9,514(h_{\mathcal{E}} - b_{\mathcal{E}})}, \quad (1)$$

где Φ_X – безразмерный скоростной коэффициент, определяемый опытным путем, V_{0n} – начальная скорость истечения одиночной гидравлической струи (м/с); d_0 – диаметр струеобразующего насадка (м); $b_{\mathcal{E}}$ – расстояние между осями симметрии параллельных гидравлических струй в ряду (м); n – количество параллельных гидравлических струй в ряду; $h_{\mathcal{E}}$ – расстояние между рядами (плоскостями распространения) параллельных гидравлических струй на выходе из насадков (м).

При дальнейшем распространении суммарного потока его осевая скорость V_X будет уменьшаться. Это произойдет за счет пульсационных скоростей (пло-

щадь потока F увеличивается) и скорости противотечения, зависящей от разницы уровней воды в верхнем и нижнем бьефах гидроузла. На некотором расстоянии x_2 (см. рис. 1) осевая скорость распространения суммарного потока V_X примет значения близкие к нулю и поток в направлении оси X затихнет. Таким образом, произойдет образование зоны «частично равных давлений», которая обеспечит беспрепятственный пропуск рыб в верхний бьеф гидроузла.

Математическое условие образования зоны «частично равных давлений» записывается в виде [1, 2]:

$$V_{X0} = (gH)^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

где V_{X0} – начальная осевая скорость суммарного (водного) потока (м/с); g – ускорение свободного падения ($\text{м}/\text{с}^2$); H – величина напора со стороны верхнего бьефа (м).

Но для успешной и эффективной работы рыбохода необходимо наличие устойчивого привлекающего (транзитного) потока [6, 7, 8, 9]. Его формирование возможно, исходя из выражения (2), при выполнении следующего условия:

$$V_{X0} < (gH)^{\frac{1}{2}}. \quad (3)$$

Технически выполнить условие (3) можно, создав дополнительный напор ΔH , величину которого определяют из следующей формулы:

$$\Delta H = H - \frac{V_{X0}^2}{g}. \quad (4)$$

Таким образом, дополнительный напор ΔH является разницей между действительной величиной напора H со стороны верхнего бьефа и напором, создаваемым суммарным потоком. Получить дополнить напор ΔH можно достаточно простым способом, изменяя величину начальной скорости истечения гидравлических струй V_{0n} , которая входит в выра-

жение (1) для определения величины V_{X0} .

Применение данной технологии к конструкциям классических рыбоходов позволило получить рыбоход принципиально нового типа (рис. 2), отвечающего современным экологическим требованиям [3, 5].

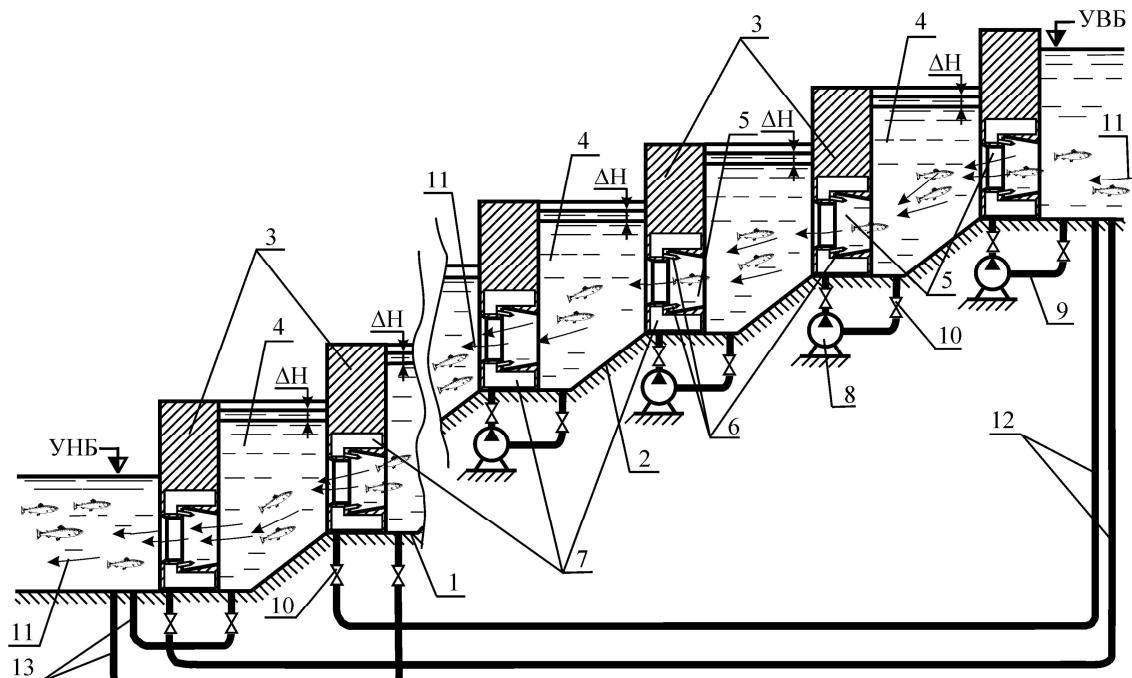


Рис. 2. Продольный разрез рыбохода технологии пропуска рыб через гидроузел, построенной по типу природной:
1 – горизонтальные участки рыбоходного тракта; 2 – наклонные участки рыбоходного тракта; 3 – вертикальные поперечные перегородки; 4 – камеры рыбохода; 5 – всплывные отверстия; 6 – струеобразующие насадки; 7 – раздающие коллекторы, питающие насадки; 8 – насосы для подачи воды в раздающие коллекторы; 9 – питающие трубопроводы; 10 – запорная арматура (затворы); 11 – направление привлекающего рыбу потока; 12 – напорные обводные трубопроводы; 13 – отводящие трубопроводы; УНБ – уровень нижнего бьефа; УВБ – уровень верхнего бьефа; ΔH – дополнительный напор

При наличии достаточного напора на плотину (более 10 метров) системы струеобразующих насадков всплывных отверстий камер рыбохода, расположенных в

начале рыбохода, со стороны нижнего бьефа, запитывают посредством обводных напорных трубопроводов из верхнего бьефа гидроузла (см. рис. 2) [3]. Для сохране-

ния равенства подаваемых расходов воды в струеобразующие насадки и забираемых расходов данные камеры рыбохода связывают через отводящие трубопроводы с нижним бьефом гидроузла. В этом случае сброс воды в нижний бьеф гидроузла из камер рыбохода осуществляют за счёт разности отметок уровней над горизонтом рассматриваемой камеры рыбохода и нижнего бьефа. При такой схеме питания системы струеобразующих насадков будет сокращён расход электроэнергии, затрачиваемой на работу насосов. Кроме этого, сброс воды из камер рыбохода по отводящим трубопроводам в нижний бьеф гидроузла позволит усилить привлекающий поток в зоне поиска нижнего бьефа гидроузла, решая ещё одну задачу по устранению недостатков действующих конструкций рыбоходных сооружений.

Таким образом, предлагаемая конструкция рыбохода позволяет не только сохранить естественные условия пропуска рыб в верхний бьеф гидроузла, но устраивает целый ряд недостатков, присущих эксплуатируемым на сегодняшний день рыбоходным сооружениям. А именно, позволяет следующее: регулировать скорость потока по всей длине рыбохода (создавать условия как в свободной реке), независящую от колебаний уровней бьефов гидроузла; устанавливать необходимую глубину заполнения рыбохода; эксплуатировать на гидроузлах с любым напором; уменьшить длину рыбохода; соответствовать экологическим требованиям; усилить привлекающий поток на входе в сооружение и др. Подобные конструкции рыбоходов долж-

ны найти применение в практике гидростроительства на реках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Введенский О.Г. Движение воды в лотке через гидротехническое сооружение// Тез. докл. конф. по итогам науч. -исслед. работ Мар.ГТУ (Йошкар-Ола, 19-21. апр. 1999 г.). – Йошкар-Ола: Мар.ГТУ, 1999. – С. 53-56. – Деп. в ВИНТИ 25.08.99, №2712-В99.
2. Введенский О.Г. Использование гидравлических струй для совершенствования технологии работы рыбоходных сооружений// Гидротехническое строительство. –2009. – №1. – С. 21-27.
3. Введенский О.Г. Способ привлечения и пропуска рыбы из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф и рыбоход его осуществляющий/ Патент РФ №2335600. 2008. Бюл. № 28.
4. Введенский О.Г. Способ привлечения и пропуска рыбы из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф/ Патент РФ №2342485. 2008. Бюл. № 36.
5. Введенский О.Г., Полянин А.Я. Рыбоход для пропуска рыбы из нижнего бьефа гидроузла в верхний/ Патент РФ №2130990. 1999. Бюл. № 15.
6. Малеванчик, Б.С., Никоноров И.В. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения: Вопр. проектирования – М.: Лег. и пищ. промышленность, 1984. – 256с.
7. Рассказов Л.М., Орехов В.Г., Правдивец Ю.П. и др. Гидротехнические сооружения: В 2 ч. – М.: Стройиздат, 1996. – Ч.2. – 512с.
8. Шкура В.Н. Рыбопропускные сооружения: В 2-х ч. –Новочеркасск: Новочеркасская гос. мелиоративная акад., 1998. –728с.
9. Юшманов О.Л., Шабанов В.В., Галлямина И.Г. и др. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 303с.

CONSTRUCTION OF FISH-PASS ON THE BASIC OF TECHNOLOGY OF ADMITTANCE OF FISH THROUGH WATERWORKS FACILITIES BUILT ON THE MODEL OF NATURAL ONE

Vvedensky O.G.

Mari state university, Yoshcar-Ola, Russia

The problem of making effective construction of fish-pass meeting ecological requirements is discussed. For decision of this problem the new construction of fish-pass meeting modern ecological requirements is offered. In the basis of the offered construction of fish-pass is the technology of admittance of fish through waterworks facilities, built on the model of natural one. The aim of the technology is to use hydraulic streams to make optimal conditions for an

effective admittance of fish going spawning from lower pool of waterworks facility to upper pool. The basic calculation dependences that allow to state the value of the main technical characteristics of fish-pass of offering construction is offered. The essence of the offered engineering decisions is described.

Keywords: fish-pass, waterworks facility, ecological technology, technology of natural, spawning, hydraulic streams.