*А. В. Забродин, Ю. С. Багайсков***РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ РЫБОЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА****Волжский политехнический институт (филиал)****Волгоградского государственного технического университета**

E-mail: bagaiskov@post.volpi.ru

Водозаборное сооружение является функциональным элементом системы водоснабжения, но должно быть одновременно и рыбозащитным объектом. К устройствам современных средств защиты рыб на водозаборах предъявляются следующие основные требования: предотвращение попадания и гибели молоди и личинок рыб, предупреждение травмирования молоди и личинок рыб, отвод защищенных рыб от водозабора, надежность функционирования при конкретных условиях и средствах. По принципу работы наиболее эффективной является активная схема, с принудительным формированием гидравлической структуры потока. Предлагается конструкция устройства универсального комбинированного типа с использованием в качестве потокоформирующего элемента струегенератора, создающего реактивное гидравлическое движение, предназначенное для защиты рыб и молоди с размером тела менее 15 мм.

Ключевые слова: водозабор, устройство, рыбозащита, конструкция, струегенератор, комбинирование.

*A. Zabrodin, Yu. Bagaiskov***DEVELOPMENT OF A FISH PROTECTION DEVICE DESIGN****Volzhsky Polytechnic Institute (branch)****Volgograd State Technical University**

The water intake structure is a functional element of the water supply system, but it must also be a fish protection object. The following basic requirements are imposed on the devices of modern fish protection devices at water intakes: prevention of ingress and death of young fish and larvae, prevention of injury to young fish and larvae, removal of protected fish from water intake, reliability of operation under specific conditions and means. According to the principle of operation, the most effective is the active scheme, with the forced formation of the hydraulic flow structure. The design of a universal combined type device with the use of a jet generator as a flow-forming element that creates a reactive hydraulic movement designed to protect fish and juveniles with a body size of less than 15 mm is proposed.

Keywords: water intake, device, fish protection, construction, jet generator, combination.

Водозаборное сооружение является функциональным элементом технологической системы водоснабжения, должно бесперебойно отбирать и подавать воду, но при этом должно быть и природоохранным сооружением, являясь одновременно и рыбозащитным объектом [1]. Данное требование утверждено в природоохранном законодательстве Российской Федерации. Следовательно, рыбозащитные устройства должны являться обязательным элементом водозаборного сооружения.

К устройствам современных средств защиты рыб на водозаборах предъявляются следующие основные требования: предотвращение попадания и гибели молоди и личинок рыб; предупреждение травмирования молоди и личинок рыб; отвод защищенных рыб от водозабора; надежность функционирования при

конкретных условиях и средствах [1, 2].

Рыбозащитные устройства подразделяются на несколько групп: механические, гидравлические и физиологические. Наиболее распространенными являются механические устройства.

Для предотвращения гибели рыб используется много конструкций рыбозащитных устройств, отличающихся вариантами компоновки в составе водозаборного сооружения, принципом работы, водопропускной способностью и эксплуатационными характеристиками. На действующих водозаборных системах применяют устройства различных конструкций с эффективностью рыбозащиты от 45 до 75 % для рыб с длиной тела до 40 мм и от 70 до 90 % для рыб с длиной тела более 40 мм [3]. На рис. 1 приведена сравнительная диаграмма эффективности различных конструкций рыбозащитных устройств.

Рис. 1. Сравнительная диаграмма эффективности различных конструкций рыбозащитных устройств

Анализ условий работы водозаборного сооружения показал, что основным объектом защиты является ранняя, пассивно скатывающаяся молодь рыб, не способная сопротивляться потоку и самостоятельно уходить от источника опасности. Чтобы предотвратить ее гибель, недостаточно разработать устройства, только отпугивающего или ограждающего назначения. Необходимо обеспечить такие условия на уровне гидравлических процессов, при которых эксплуатация устройства не оказывала бы на молодь существенного влияния, и она могла бы беспрепятственно, не контактируя с защитными элементами, пассивно скатываться от водозаборных приемников.

Для реализации названных требований в конструкцию рыбозащитных устройств должны входить минимум три основных функциональных элемента: входной потокоформирующий, рабочий защитный и выходной рыбоотводящий.

Эти конструктивные элементы рыбозащитного устройства последовательно осуществляют соответствующий комплекс функций [4].

Доминирующую роль в структуре рыбозащитного устройства должен выполнять потокоформирующий элемент – основной функциональный элемент рыбозащитного устройства, предназначенный для реоградиентной коррекции потока воды путем формирования его

гидравлической структуры, обеспечивающей бесконтактную защиту молоди.

Для определения оптимального вида такого устройства рассмотрим их особенности и возможности. Так как потокоформирующие элементы ответственны за организацию необходимой для защиты рыб гидравлической структуры транзитного потока, то и анализируют их в зависимости от способа их воздействия на водоток. Эти элементы принято разделять на две группы [5]:

- пассивные, формирующие необходимую для защиты рыб гидравлическую структуру только при обтекании их транзитным потоком;

- активные, принудительно формирующие гидравлическую структуру втекающего в устройство потока. Для этого они используют поступающую к ним дополнительную энергию (напорную воду, воздух, механизмы).

С точки зрения практичности и универсальности, активные потокоформирующие элементы более предпочтительны. Наиболее эффективный и универсальный тип среди них, это устройства, подающие в поток водяные струи – струегенераторы, по следующим причинам [5]:

- во-первых, струегенераторы, действуя на поток водяными струями наиболее естественно, чем остальные, влияют на формирование его гидравлической структуры, необходимой для защиты рыб;

- во-вторых, большинство водозаборов оборудованы насосами, то есть они уже имеют источник напорной воды, что надо для работы струегенератора;

Видно, что наиболее универсальным потокоформирующим элементом является струегенератор, формирующий транзитное течение в благоприятном гидравлическом режиме.

При выборе типа рабочего органа его одними из важнейших характеристик являются взаимоисключающие пропускная и рыбозащитная способности. В идеале обе эти способности желательно иметь максимальными.

Рабочие органы с точки зрения активности их воздействия на рыб, разделяют на три основные группы:

- пассивные – глухие экраны, которые являются для рыб только препятствием, отгораживающим рыбообитаемую зону от источника опасности;

- пассивно-принудительные – водопроницаемые экраны, омываемые транзитным течением, которое формирует вдоль них транзит-

ную зону опасности, стимулирующую выход рыб из этой зоны;

- активные, которые оказывают непосредственное влияние на физиологию, поведение и плавательные способности рыб, и своим воздействием заставляющие рыб самостоятельно или принудительно покинуть опасную зону действия водозабора.

Наиболее универсальными и практичными являются активные рабочие органы, которые гарантированно оказывают на рыб необходимое воздействие.

По характеру проявления реакции выхода рыб из опасной зоны активные рабочие органы также разделяют на следующие виды [5]:

- самостоятельные или репеллентные, которые отпугивают рыб, заставляя их самостоятельно уйти от источника опасности (поля электрические, световые, звуковые и другие);

- самостоятельно-принудительные или направляющие, они оказывают на рыб комплексное отпугивающее-транспортирующее воздействие, заставляя рыб самостоятельно удерживаться от ската к источнику опасности и стимулирующее их скат в безопасном направлении (турбулизированное водное течение, воздушно-пузырьковое и тому подобное);

Так как основным объектом защиты является пассивно скатывающаяся молодь рыб, которая не имеет возможности самостоятельно уходить от источника опасности, а водная среда является наиболее естественной средой ее обитания и транспортным средством, то рассмотрена возможность использования, самостоятельно-принудительного – направляющего рабочего органа. Такое течение возможно создать уже рассмотренным выше струегенератором.

Исходя из проведенного анализа, предлагается конструкция универсального комплексного струереактивного рыбозащитного устройства барабанного типа для плавучих насосных станций.

Струереактивный рыбозаградитель (рис. 2) – комбинированное рыбозащитное устройство, имеющее конструкцию в виде сетчатого барабана, имеющего форму усеченного конуса, которое по способу задержания молоди рыб с длиной тела более 15 мм относится к I группе, а молоди с длиной тела менее 15 мм – ко II группе, то есть к механическим и гидравлическим заграждениям, соответственно.

Данная конструкция рыбозащитного устройства водозабора, состоит из решетчатого

сварного каркаса 1, внутри которого расположен струегенератор – вращающаяся промывная флейта 2. Решетчатый каркас обтянут мелкоячеистой сеткой 3.

Большее основание каркаса рыбозаградителя закрыто крышкой с отверстием, равным по величине и форме входному отверстию водозабора–водоприемного патрубка 4. Отверстие оборудуется комингсом с уплотнением из мягкой резины. Меньшее (нижнее) основание и боковая конусная поверхность каркаса обтянуты мелкоячеистой нержавеющей сеткой 2х2 мм с ориентированием образующей усеченного конуса вдоль потока через которую вода поступает в водозабор. Внутри сегмента установлена промывное (отпугивающее/отгоняющее) приспособление – трубчатый распределитель трапециевидальной формы – подвижная промывная флейта, которая включает перфорированную трубу с кронштейном, закрепленную шарнирно. На боковых сторонах флейты расположены отверстия под углом к диаметральной плоскости рыбозаградителя таким образом, что вытекающие из них струи на противоположных ветвях, образуют реактивные силы, создающие крутящий момент, необходимый для вращения промывного приспособления. Причем отверстия перфорированной трубы направлены в противоположную сторону от оси поворота. Флейта вращается на двух подшипниках 5 и 6 вокруг оси усеченного конуса с частотой вращения, регулируемой на магистрали 7, подводящей воду от насоса к промывному приспособлению. Равномерное распределение скоростей в ячейках сетчатого полотна обеспечивается формой каркаса рыбозаградителя в виде усеченного конуса, расчетным режимом работы промывного приспособления, не допускающим засорение сетки.

Рис. 2. Рыбозащитное устройство

Основным назначением струереактивного рыбозаградителя, в соответствии с его принципом действия, является обеспечение самостоятельного ухода молоди рыб с длиной тела более 15 мм и принудительного отвода молоди рыб с длиной тела менее 15 мм из зоны влияния водозабора без травмирования и гибели при контакте ее с элементами рыбозаградительного устройства. Полотно сетки будет являться надежным средством механической защиты молоди рыб с длиной тела более 15 мм. Рекомендуемые размеры ячеек 2х2 мм меньше поперечных размеров их тела, а скорость течения воды в ячейках сетки равномерно распределена по поверхности рыбозаградителя, которая не должна превышать 0,25 м/с [1]. Струи воды, вытекающие под давлением из промывного приспособления, создают турбулентный поток, являющийся средством гидравлической защиты молоди с длиной тела менее 15 мм, личинок и икры, которые без травмирования отбрасываются создаваемым потоком воды от сетки в зону течения в водотоке, относящего рыбу и мусор от водозабора.

Таким образом, рыбозащитное устройство с струегенератором предотвращает попадание молоди рыб, мусора и водорослей во всасывающий трубопровод насосной станции.

Контроль работы рыбозащитного устройства осуществляется по частоте вращения промывного приспособления, которая является независимым параметром контроля и регулировки режима работы устройства. Поэтому она принимается в качестве основного контролируемого эксплуатационного критерия надежности работы рыбозащитного устройства. Контроль частоты вращения промывного приспособления осуществляется датчиком частоты вращения, который чувствителен к металлу и устанавливается на каркас рыбозащитного устройства.

В проведенном анализе назначения и конструкции рыбозащитных устройств обоснована необходимость проектирования и изготовления универсального рыбозащитного устройства методом комбинирования с использованием в качестве потокоформирующего элемента струегенератора, создающего реактивное гидравлическое движение, предложена такая конструкция.

Предлагаемая конструкция рыбозащитного устройства относительно проста, поэтому не вызовет трудностей в проектировании, изготовлении и в дальнейшей эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 101.13330.2012 Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87.
2. *Малинина, Е. М.* Рыбозащитные устройства / Е. М. Малинина, Е. В. Мозговая // Водоснабжение. Санитарная техника. – 2009. – С. 99–100.
3. *Бегляров, Д. С.* Влияние типов и конструкций рыбозащитных сооружений на сохранение рыбных популяций внутренних водоемов страны / Д. С. Бегляров, Е. С. Бакштанин, Е. С. Костина // Природообустройство. – 2019. – № 5. – С. 66–67.
4. *Иванов, А. В.* Рыбозащитные сооружения на основе потокообразующих устройств / А. В. Иванов, Г. Г. Филиппов // НДТ. – 2017. – № 2. – С. 36–44.
5. *Иванов, А. В.* Обеспечение безопасности рыб на водозаборах: автореферат дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.07 / Иванов Александр Васильевич. – Москва, 2007. – 50 с.