

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Научная статья

УДК 626.8

doi: 10.31774/2658-7890-2021-3-3-89-102

Водозабор из поверхностного водного источника для рыбоводно-мелиоративных комплексов

Алексей Викторович Шевченко¹, Геннадий Николаевич Пурас²

^{1,2}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹<https://orcid.org/0000-0003-4839-6377>

Автор, ответственный за переписку: Алексей Викторович Шевченко, rigge1111@mail.ru

Аннотация. Цель: разработка компоновочно-конструктивного решения водозабора из поверхностного водного объекта, исключающего поступление в рыбоводные водоемы вредоносных гидробионтов. В соответствии с современными представлениями о водозаборах, отвечающих требованиям рыбозащиты и предупреждающих попадание в систему водного питания рыбоводных комплексов гидробионтов, наиболее эффективными являются фильтрующие водозаборы. **Материалы и методы.** Основу для разработки конструкций водозаборов составляют материалы обследования рыбоводных объектов и результаты анализа разработок в этой области. **Результаты.** В составе системы водного питания рыбоводного комплекса предложено использовать водозабор с двухкамерным водоприемником, оборудованным фильтрующими панелями и регулирующими экранами. Фильтрующие панели, расположенные в головной части каждой из камер, обеспечивают задержку вредоносных, сорных и хищных гидробионтов, а экраны обеспечивают перекрытие водоприемных отверстий при замене фильтрующих панелей. Рассмотрены различные режимы работы камер водоприемника для случаев забора различных расходов воды, замены фильтрующих кассет и прекращения функционирования водозабора. В качестве фильтрующего элемента предложено использовать фильтрующую панель с водонепроницаемыми пазухами, позволяющими упростить очистку ее заполнителя. **Выводы.** Предложено и разработано компоновочное решение фильтрующего водозабора в составе системы водного питания рыбоводных комплексов. Разработана конструкция двухкамерного водоприемника, базирующаяся на использовании фильтрующих панелей и водонепроницаемых экранов, обеспечивающая функции рыбозащиты и предупреждения попадания в систему водного питания вредоносных, сорных и хищных видов гидробионтов. Разработана технология функционирования водоприемника при различных режимах эксплуатации водозабора. В качестве водоприемного элемента водозабора предложено использовать фильтрующую панель с упрощенной схемой ее очистки от продуктов кольматации.

Ключевые слова: рыбоводно-мелиоративный комплекс, система водоснабжения, фильтрующий водозабор, фильтрующий водоприемник, фильтрующая панель

HYDRAULIC ENGINEERING

Original article

Water intake from a surface water source for fish breeding and reclamation complexes

Alexey V. Shevchenko¹, Gennady N. Puras²

^{1,2}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹<https://orcid.org/0000-0003-4839-6377>

Corresponding author: Alexey V. Shevchenko, rigge1111@mail.ru

Abstract. Purpose: development of a layout-design solution for water intake from a surface water body, excluding the entry of harmful aquatic organisms into fish-breeding reservoirs. In accordance with modern ideas about water intakes that meet the requirements of fish protection and prevent the ingress of aquatic organisms into water supply system of fish-breeding complexes, filtering water intakes are the most effective. **Materials and Methods.** The water intakes structures development is based on the materials of the fish and water body surveys and the results of the analysis of developments in this area. **Results.** As part of water nutrition system of the fish-breeding complex, it is proposed to use a water intake with a two-chamber water inlet equipped with filtering panels and regulating screens. Filtering panels located at the head of each of the chambers ensure the retention of harmful, weed and predatory aquatic organisms, and the screens ensure the water inlet shutdown at replacing the filtering panels. Various modes of water inlet chambers operation are considered for intake of various water flows, replacement of filter cassettes and shutdown of water intake operation. It is proposed to use a filtering panel with impervious chambers, which make it possible to simplify the cleaning of its filler as a filtering element. **Conclusions.** A layout solution for a filtering water intake as part of water nutrition system of the fish-breeding complex has been proposed and developed. The design of a two-chamber water intake based on the use of filter panels and impervious screens, providing fish protection functions and preventing harmful, weed and predatory species of aquatic organisms from entering the water supply system is developed. A technology for water inlet functioning under various operating modes of the water intake has been developed. It is proposed to use a filtering panel with a simplified scheme for cleaning it from colmatation products as a water inlet element of the water intake.

Keywords: fish-breeding and reclamation complex, water supply system, filtering water intake, filtering water inlet, filtering panel

Введение. Одним из определяющих технических компонентов приводохранилищных рыбоводно-мелиоративных комплексов являются системы их водного питания [1, 2]. Обязательные элементы таких систем – водозаборные узлы гидротехнических сооружений. При этом их компоновочно-конструктивные решения определяются типом и функциональным назначением рыбохозяйственного гидротехнического сооружения или комплекса [3–5]. Применительно к приводохранилищным рыбоводно-мелиоративным комплексам водозаборы систем их водообеспечения (водо-

снабжения) должны соответствовать морфометрическим, гидрологическим и другим природно-климатическим условиям водного источника и обеспечивать требования рыбозащиты и предотвращения попадания в рыбоводные бассейны вредоносных, сорных и хищных видов гидробионтов [6, 7]. Указанным требованиям в значительной степени соответствуют фильтрующие водозаборы [8]. Определяющий компонент таких водозаборов – фильтрующие водоприемники [9, 10], рабочий элемент – фильтрующие панели [11, 12].

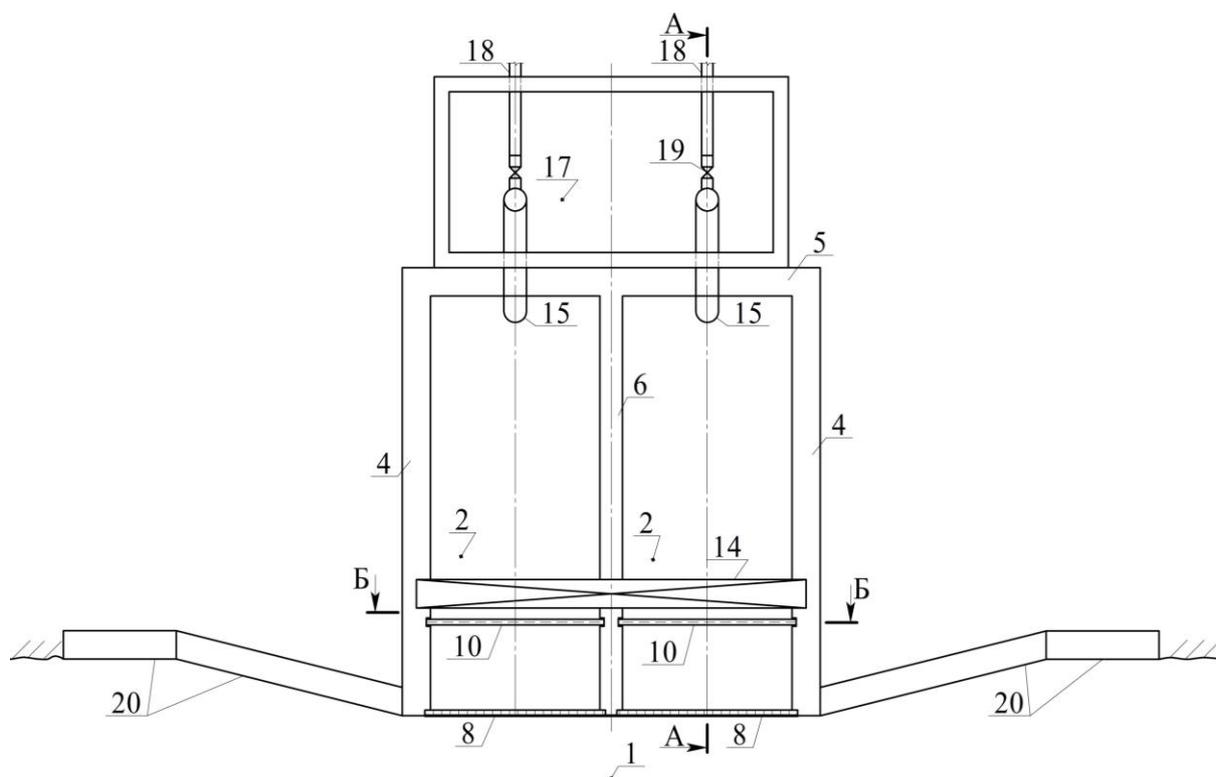
Фильтрующие водоприемники обеспечивают: защиту обитающих в водном объекте (являющемся или используемом в качестве источника водного питания) гидробионтов; предотвращение попадания в водозабор разноразмерного и разнородного сора, а также химических и биологических загрязнителей; очистку воды от мелкоразмерных твердых частиц и мелкоразмерного фито- и зоопланктона. То есть фильтрующий водоприемник выполняет функции: изъятия воды из водного источника; рыбозащитного сооружения, сорозаградительного устройства и фильтра первичной очистки воды – и при этом является конструктивным элементом водозабора, обеспечивающим сопряжение водозаборного сооружения с водным объектом. Положительными свойствами фильтрующих водоприемников являются: минимальные воздействия на морфологию и экотоп водного объекта, возможность их устройства практически в любых природно-климатических зонах, широкий спектр возможностей по объемам водоотбора, конструктивная простота и адаптивность к условиям водисточника.

Отметим, что, несмотря на указанные достоинства фильтрующих водозаборов, они еще не нашли широкого применения в рыбохозяйственной практике в целом и при устройстве рыбоводных комплексов в частности. Указанное обстоятельство в значительной мере объясняется дефицитом научных разработок их конструктивных решений. На восполнение указан-

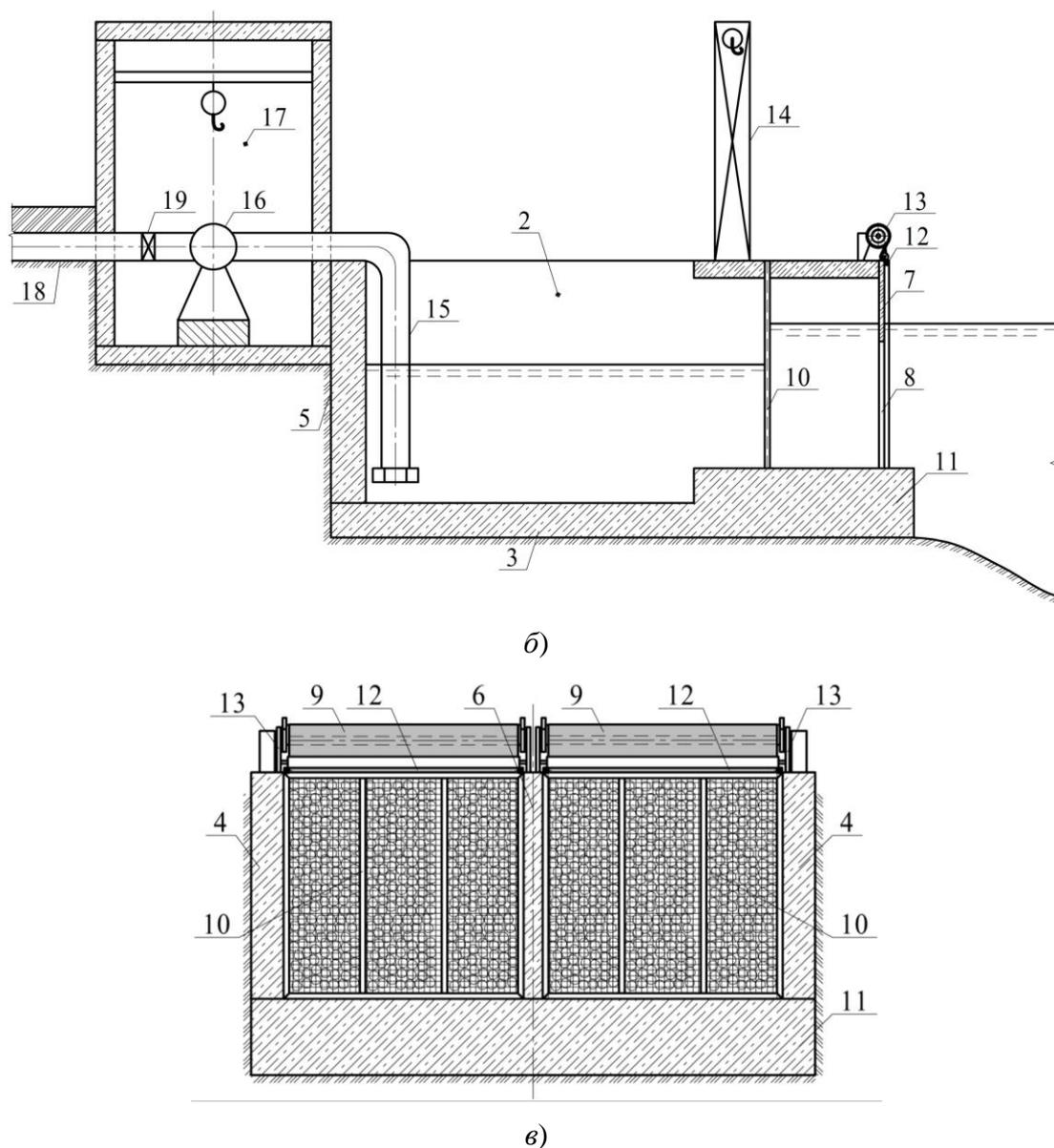
ного дефицита в научно-технической информации по конструкциям фильтрующих водозаборов направлено настоящее исследование.

Материалы и методы. Основу для разработки компоновочно-конструктивной схемы фильтрующего водозабора и технологии его функционирования составили известные и авторские разработки отдельных элементов и конструкций фильтрующих водоприемников. При обобщении и разработке водозаборного сооружения использовались технологии поискового конструирования инженерных систем и гидротехнических объектов.

Результаты и обсуждение. Научно-аналитический обзор информации по разработке и использованию фильтрующих водозаборов с фильтрующими панелями показал перспективность их использования. С учетом современных требований по обеспечению рыбозащиты [13] и предотвращению вреда, наносимого биоте водоема, для дальнейшей разработки принят фильтрующий водоприемник с двумя рабочими аванкамерами, компоновочно-конструктивное решение которого приведено на рисунке 1.



a)



а – план водозаборного сооружения; *б* – продольный разрез А – А;
в – поперечный разрез Б – Б; 1 – водоем; 2 – секции водоприемника (аванкамеры насосной станции); 3 – днище аванкамеры; 4 – ограждающие продольные устои; 5 – нижнеторцевой поперечный устой; 6 – разделительный устой; 7 – забральная стенка; 8 – сорозаградительная решетка; 9 – водорегулирующий экран; 10 – фильтрующие панели; 11 – входной порог; 12 – жесткий (стержневой) балласт водорегулирующего экрана; 13 – подъемно-опускной механизм экрана; 14 – козловой кран; 15 – всасывающие водоводы; 16 – насосы; 17 – насосная станция; 18 – напорный трубопровод; 19 – задвижки; 20 – крепление береговой зоны водоема

Рисунок 1 – Схема компоновочно-конструктивного решения водозабора на основе фильтрующих панелей

Водоприемная часть (водоприемник) фильтрующего водозабора по рисунку 1 представляет собой аванкамеру насосной станции 2, выполняется двухсекционной, что позволяет осуществлять забор воды из водоема 1

как двумя, так и одной из секций. Секции аванкамеры 2 выполняются в виде доковой железобетонной конструкции с днищем 3, ограждающими продольными устоями 4 и нижнеторцевым (по направлению течения воды в аванкамере 2) поперечным устоем 5. Разделение аванкамеры 2 на секции осуществляется разделительным устоем 6. В головных частях продольных ограждающих устоев 4 и разделительного устоя 6 предусмотрено устройство водонепроницаемой забральной стенки 7, сорозаградительной решетки 8, пазов для установки водорегулирующего экрана 9 и фильтрующих панелей 10. Забральная стенка 7 устраивается в торцевой части секций аванкамеры (водозаборного фронта) и на глубину до 0,8–1,0 м перекрывает верхнюю часть водоприемных отверстий (окон) водозабора. Устройство забральной стенки предусмотрено с целью предупреждения попадания в водоприемные отверстия водозабора поверхностного плавника, крупно-размерного сора и водорослей. В нижней части забральной стенки 7 – от ее низового торца до входного порога секций аванкамеры 2 – устраивается сорозаградительная решетка 8. Забральная стенка 7 и грубая решетка 8 предупреждают попадание в водоприемную часть секций аванкамеры 2 крупно- и среднеразмерного сора (плавника, топляка и других физических тел). При этом забральная стенка 7 и устроенная под ней грубая решетка 8 являются опорными поверхностями для водорегулирующего экрана 9. Водорегулирующий экран 9 представляет собой водонепроницаемое прорезиненное или синтетическое полотно и выполняет функцию затвора, регулирующего (открывающего или закрывающего) поступление воды в водоприемник (аванкамеру 2) водозаборного сооружения. К нижней части водонепроницаемого полотна прикрепляется жесткий балласт в виде металлического или железобетонного стержня 12, а верхняя его часть закрепляется на барабане намоточного подъемно-опускного механизма – лебедки 13. Указанное закрепление полотнища в его верхней и нижней части обеспечивает выдерживание его прямоугольной формы. Балластовые стержни 12

устроены с возможностью перемещения их концевых (по ширине полотна) участков в пазах ограждающих 4 и промежуточного 6 устоев секций аванкамеры 2. При необходимости концевики стержней могут оборудоваться колесными опорами. Для установки и извлечения фильтрующих панелей 10 предусмотрено устройство козлового крана 14 с возможностью его перемещения по рельсовому пути, проложенному по устоям аванкамеры 2. Забор профильтрованной через фильтрующие панели 10 и накопленной в аванкамере 2 воды осуществляется через всасывающие линии 15, насосное оборудование – насосы 16 насосной станции 17. Перекачиваемая насосами 16 вода подается в напорный трубопровод 18 системы водного питания рыбоводно-мелиоративного комплекса. Регулирование водоподдачи осуществляется включением в работу одного или двух насосных агрегатов 16 и задвижками 19 на трубопроводных линиях 18.

При устройстве конструктивного сопряжения входной части водозабора предусматривается закрепление участка береговой зоны бетонным или каменным покрытием 20, водоема 1 – крупнокаменной наброской.

Периметрическое пространство секций аванкамеры 2 ограждается.

Забор воды из водохранилища 1 при работе обеих секций аванкамеры 2 осуществляется при нижеследующем положении основных регулирующих работу водозабора конструктивных элементов (см. рисунок 1).

Водонепроницаемые («водорегулирующие») экраны 9 в обеих секциях аванкамеры 2 находятся в намотанном на барабан лебедки 13 состоянии, что обеспечивает свободное втекание воды из водоема 1 в секции аванкамеры 2 через водоприемные отверстия водоприемника. Фильтрующие панели 10 находятся в рабочем положении и перекрывают поперечное сечение секций аванкамеры 2. Втекающая через водоприемные отверстия секций аванкамеры 2 вода профильтровывается («просачивается») через фильтрующие панели 10 и поступает в водонакопительное пространство секций аванкамеры 2, из которых она посредством насосного оборудова-

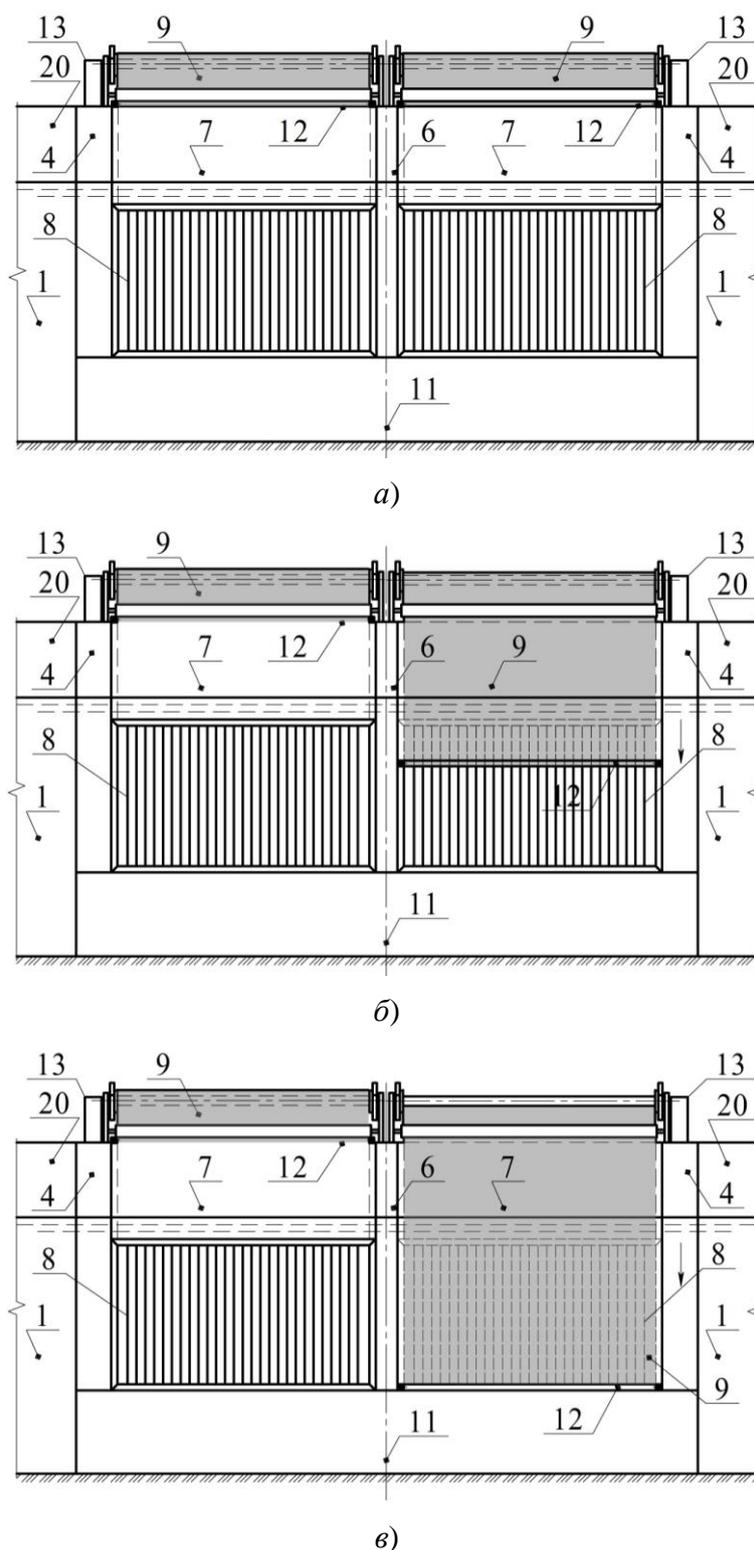
ния (насосов 16) насосной станции 17 подается в напорные водоводы 18 системы водного питания рыбоводно-мелиоративного комплекса.

В зависимости от объема подачи воды в водоем(ы) водозаборное сооружение может функционировать включением в работу технологического оборудования только одной секции аванкамеры 2. Данный режим забора воды возможен как при уменьшении водоподачи, так и при замене засоренной фильтрующей панели в одной из секций аванкамеры 2.

При необходимости осуществления забора воды через одну секцию фильтрующего водоприемника предусматривается проведение нижеследующих операций по перекрытию и открытию водоприемных отверстий.

1 Подлежащая функционированию секция аванкамеры 2 осуществляет забор воды при поднятом в крайнее верхнее положение (намотанном на барабан лебедки 13) водонепроницаемом полотне водорегулирующего экрана 9 и находящейся в рабочем положении секционной фильтрующей панели 10. При эксплуатационном режиме функционирования фильтрующей панели 10 забираемая из водоема 1 вода просачивается через поры заполняющего ее внутреннюю полость фильтрующего материала (щебня, галечно-песчаной смеси или керамзитных, синтетических, резиновых шариков), а засорители задерживаются в поровом пространстве.

2 Проводится закрытие водоприемного отверстия (окна) водорегулирующим экраном 9 опусканием водонепроницаемого полотна с закрепленным на нем балластом 12 в крайнее нижнее положение соответствующими манипуляциями лебедочного механизма 13. Три характерных положения водонепроницаемого полотна на водоприемном отверстии выключаемой из работы секции аванкамеры (при полностью открытых водоприемных отверстиях водозабора, при поднятых водорегулирующих экранах с намотанными на барабаны лебедки водонепроницаемыми полотнами, при частично опущенном экране и полностью перекрытом водоприемном отверстии одной из секций аванкамеры) проиллюстрированы рисунком 2.



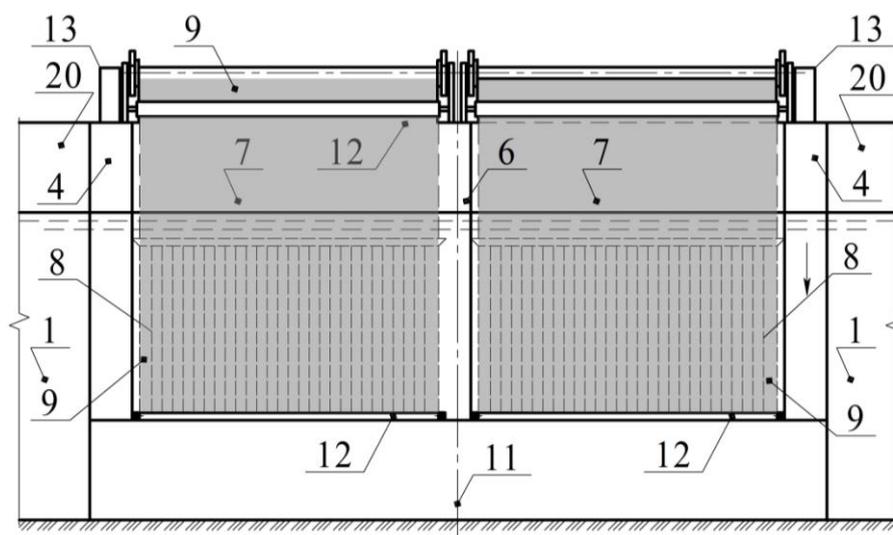
Обозначения приведены в соответствии с рисунком 1; а – начальный этап перекрытия секции аванкамеры; б – частичное перекрытие водоприемного отверстия; в – полное перекрытие водоприемного отверстия

Рисунок 2 – Характерные положения водорегулирующего экрана (водонепроницаемого полотна) на выключаемой из работы секции аванкамеры (вид со стороны водоема на водоприемное отверстие)

При полном перекрытии водовпускного отверстия втекание воды в секцию аванкамеры прекращается, что позволяет осуществить операции по выемке (подъему) закоматированной фильтрующей панели 10 и ее замене новой посредством крана 14. Подготовленная к включению в работу секция аванкамеры 2 может осуществлять забор воды при подъеме водонепроницаемого полотна водорегулирующего экрана 9 в исходное верхнее положение его намоткой на барабан лебедки 13.

Проведением указанных выше технологических операций может осуществляться попеременное выключение и включение в работу секций аванкамеры, осуществляемое по мере засорения фильтрующих панелей.

При необходимости проведения ремонтных работ в аванкамере или временного выключения водозабора из работы (консервации) осуществляется закрытие водоприемника экранами 9 в соответствии с рисунком 3.

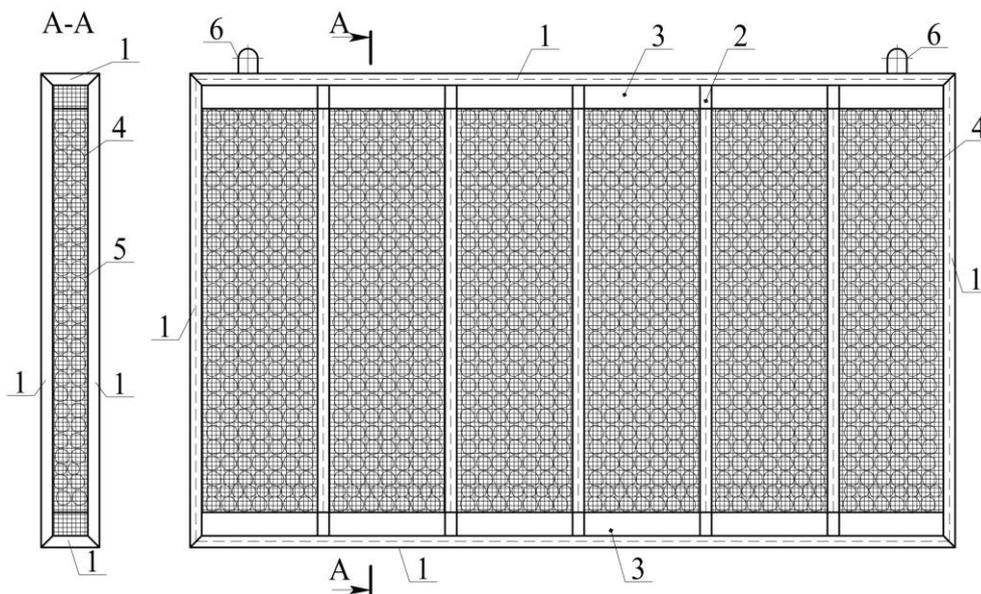


Обозначения приведены в соответствии с рисунком 1

**Рисунок 3 – Вид на входную часть водоприемника
(со стороны водоема) в режиме отсутствия забора воды**

Ввод фильтрующего водоприемника (одной или обеих секций аванкамеры) в работу (его расконсервация) предусматривает предварительную установку фильтрующих панелей и открытие водовпускного отверстия водозабора, осуществляемое подъемом полотна водорегулирующего экрана.

В фильтрующих водоприемниках (базирующихся на использовании фильтрующих панелей по рисунку 1) рекомендуется применять шестисекционную конструкцию фильтрующей панели, приведенную на рисунке 4.



1 – каркас панели (уголок $100 \times 63 \times 7$ мм); 2 – ребра жесткости (уголок 25×25 мм);
3 – закрытая полость кассеты (стальная полоса 200×4 мм); 4 – фильтрующий материал (порозластовые или резиновые шарики размером 10–30 мм); 5 – крупноячеистая сетка;
6 – подъемные петли

Рисунок 4 – Конструктивная схема фильтрующей панели

Фильтрующая панель состоит из каркаса 1, образованного уголками ($100 \times 63 \times 7$ мм), с вертикальными ребрами жесткости 2 из уголка 25×25 мм, крупноячеистой металлической сетки 5 для удержания фильтрующего материала 4. В качестве фильтрующего материала предлагается использовать порозластовые или резиновые шарики диаметром 10–30 мм.

Особенностью предлагаемой конструкции фильтрующей панели является наличие закрытой полости 3 в верхней и нижней части каркаса. В рабочем положении одна из полостей свободна от фильтрующего материала: верхняя – при отрицательной плавучести, нижняя – при положительной его плавучести. Предлагаемая конструкция каркаса облегчает очистку фильтрующей панели от загрязнения ее кольматантом.

Процесс очистки фильтрующей панели состоит в нижеследующем.

Панель с помощью крана извлекается из воды и поворачивается в вертикальной плоскости на 180°. Шарики, благодаря наличию свободной полости, перемещаются внутри каркаса, разрушая кольматант. При необходимости поворот кассеты производится несколько раз. Далее фильтрующая панель промывается водой и может быть использована для очистки воды.

Выводы

1 Предложено компоновочно-конструктивное решение фильтрующего водозаборного сооружения для обеспечения водоподачи в объекты рыбоводных и рыбоводно-мелиоративных комплексов.

2 Осуществлен синтез конструкции двухкамерного водоприемника, основанной на использовании фильтрующих панелей и водонепроницаемых экранов, обеспечивающих функции рыбозащиты и предупреждения попадания в систему водного питания вредоносных видов гидробионтов.

3 Разработана последовательность технологических операций (технологическая цепь) по работе водоприемника при различных режимах эксплуатации предложенного водозаборно-очистного сооружения.

4 В качестве водоприемного и очистного элемента водозабора предложено использовать фильтрующую панель с возможностью упрощенной ее очистки от кольматанта и прочих засорителей различного генезиса.

Список источников

1. Щедрин В. Н., Шкура В. Н., Баев О. А. Рыбоводный комплекс на базе оросительного канала и малой реки // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 4. С. 38–43.
2. Конструктивные схемы и методики гидравлического расчета элементов рыбоводных комплексов на базе оросительно-обводнительных каналов / В. Н. Шкура, О. А. Баев, А. Ю. Гарбуз, Ю. М. Косиченко. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2018. 43 с.
3. А. с. 1599468 СССР, МПК Е 02 В 8/08. Рыбопропускное сооружение / В. Н. Шкура, А. А. Чистяков, В. А. Черкасов, В. А. Фоменко, А. М. Анохин (СССР). № 4393333/23-15; заявл. 16.03.88; опубл. 15.10.90, Бюл. № 38. 5 с.: ил.
4. А. с. 1625941 СССР, МПК Е 02 В 8/08. Рыбопропускное сооружение / В. Н. Шкура, А. А. Чистяков, Н. А. Шелестова (СССР). № 4486121/15; заявл. 23.09.88; опубл. 07.02.91, Бюл. № 5. 2 с.: ил.
5. А. с. 1760001 СССР, МПК Е 02 В 8/08. Рыбоходно-нерестовый канал / А. А. Чистяков, В. Н. Шкура, В. А. Черкасов, А. М. Анохин (СССР). № 4834526/15; заявл. 26.02.90; опубл. 07.09.92, Бюл. № 33. 4 с.: ил.
6. Баев О. А., Гарбуз А. Ю., Шкура В. Н. Рыбоводный комплекс на базе ороси-

тельно-обводнительного канала и малой реки // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2018. № 2(70). С. 151–156.

7. Шкура Вл. Н., Шевченко А. В. Обоснование и основные положения создания и использования приводохранилищных рыбоводно-мелиоративных комплексов // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. 2019. № 3(03). С. 27–45. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=36> (дата обращения: 24.06.2021). DOI: 10.31774/2658-7890-2019-3-27-45.

8. Водозаборно-очистные сооружения и устройства / М. Г. Журба, Ю. И. Вдовин, Ж. М. Говорова, И. А. Лушкин. М.: Астрель, 2003. 569 с.

9. Водозаборы из поверхностных источников: состояние, проблемы, тенденции совершенствования / Ю. И. Вдовин, И. А. Лушкин, Р. К. Халиков, Е. Д. Хецуриани // Вестник СГАУ. Градостроительство и архитектура. 2011. № 2. С. 55–61. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.02.15.

10. Штанько А. С., Шкура В. Н. Водозаборное сооружение из канала для капельных оросительных систем // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 3(75). С. 9–15.

11. Шкура В. Н., Штанько А. С. Обоснование целесообразности использования и конструктивные схемы водозаборно-очистных сооружений в капельных системах орошения // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. 2021. Т. 3, № 1. С. 22–35. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=99> (дата обращения: 16.05.2021). DOI: 10.31774/2658-7890-2021-3-1-22-35.

12. Coche A. G., Muir J. F., Laughlin T. Simple Methods for Aquaculture: Management for Freshwater Fish Culture: Ponds and Water Practices (Paperback). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010. 233 p.

13. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения: СП 101.13330.2012: утв. Минрегионом России 30.06.12: введ. в действие с 01.01.13. М., 2012. 80 с.

References

1. Shchedrin V.N., Shkura V.N., Baev O.A., 2018. *Rybovodnyy kompleks na baze orositel'nogo kanala i maloy reki* [Fish-breeding complex based on an irrigation and feeding canal and a small river]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 4, pp. 38-43. (In Russian).

2. Shkura V.N., Baev O.A., Garbuz A.Yu., Kosichenko Yu.M., 2018. *Konstruktivnye skhemy i metodiki gidravlicheskogo rascheta elementov rybovodnykh kompleksov na baze orositel'no-obvodnitel'nykh kanalov* [Constructive Schemes and Methods of Hydraulic Calculation of Elements of Fish-breeding Complexes Based on Irrigation Canals]. *Novocherkassk, RosNIIPM*, 43 p. (In Russian).

3. Shkura V.N., Chistyakov A.A., Cherkasov V.A., Fomenko V.A. (USSR), 1990. *Rybopropusknoe sooruzhenie* [Fishway Structure]. Author's certificate, no. 4393333. (In Russian).

4. Shkura V.N., Chistyakov A.A., Shelestova N.A. (USSR), 1991. *Rybopropusknoe sooruzhenie* [Fishway Structure]. Author's certificate, no. 1625941. (In Russian).

5. Chistyakov A.A., Shkura V.N., Cherkasov V.A., Anokhin A.M. (USSR), 1992. *Rybokhodno-nerestovyy kanal* [Fishpass-spawning Channel]. Author's certificate, no. 1760001. (In Russian).

6. Baev O.A., Garbuz A.Yu., Shkura V.N., 2018. *Rybovodnyy kompleks na baze orositel'no-obvodnitel'nogo kanala i maloy reki* [Fish-breeding complex based on an irrigation and feeding canal and minor river]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(70), pp. 151-156. (In Russian).

7. Shkura V.N., Shevchenko A.V., 2019. [Substantiation and basic provisions for

the creation and use of drive storage fish-breeding and reclamation complexes]. *Ekologiya i vodnoe khozyaystvo*, no. 3(03), pp. 27-45, available: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=36> [accessed 24.06.2021], DOI: 10.31774/2658-7890-2019-3-27-45. (In Russian).

8. Zhurba M.G., Vdovin Yu.I., Govorova Zh.M., Lushkin I.A., 2003. *Vodozaborno-ochistnye sooruzheniya i ustroystva* [Water Intake and Treatment Facilities and Devices]. Moscow, Astrel Publ., 569 p. (In Russian).

9. Vdovin Yu.I., Lushkin I.A., Khalikov R.K., Khetsuriani E.D., 2011. *Vodozabory iz poverkhnostnykh istochnikov: sostoyanie, problemy, tendentsii sovershenstvovaniya* [Water intakes from surface sources: state, problems, trends of improvement]. *Vestnik SGAU. Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of SSAU. Urban Planning and Architecture], no. 2, pp. 55-61, DOI: 10.17673/Vestnik.2011.02.15. (In Russian).

10. Shtanko A.S., Shkura V.N., 2019. *Vodozabornoe sooruzhenie iz kanala dlya kapel'nykh orositel'nykh sistem* [Water intake structure from a canal for drip irrigation systems]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 3(75), pp. 9-15. (In Russian).

11. Shkura V.N., Shtanko A.S., 2021. [Justification of the expediency of use and design schemes of water intake and treatment facilities in drip irrigation systems]. *Ekologiya i vodnoe khozyaystvo*, vol. 3, no. 1, pp. 22-35, available: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=99> [accessed 16.05.2021], DOI: 10.31774/2658-7890-2021-3-1-22-35. (In Russian).

12. Coche A.G., Muir J.F., Laughlin T., 2010. *Simple Methods for Aquaculture: Management for Freshwater Fish Culture: Ponds and Water Practices* (Paperback). Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 233 p.

13. *SP 101.13330.2012. Podpornye steny, sudokhodnye shlyuzy, rybopropusknye i rybozashchitnye sooruzheniya* [Retaining Walls, Shipping Locks, Fish Passages and Fish Protection Structures]. Moscow, 2012, 80 p. (In Russian).

Информация об авторах

А. В. Шевченко – младший научный сотрудник, rigge1111@mail.ru

Г. Н. Пурас – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, профессор, rigge1111@mail.ru

Information about the authors

A. V. Shevchenko – Junior Researcher, rigge1111@mail.ru

G. N. Puras – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Professor, rigge1111@mail.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 28.06.2021; одобрена после рецензирования 25.08.2021; принята к публикации 09.09.2021.

The article was submitted 28.06.2021; approved after reviewing 25.08.2021; accepted for publication 09.09.2021.