

## ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Научная статья

УДК 627.83:631.674

doi: 10.31774/2658-7890-2021-3-1-22-35

### **Обоснование целесообразности использования и конструктивные схемы водозаборно-очистных сооружений в капельных системах орошения**

**Виктор Николаевич Шкура, Андрей Сергеевич Штанько**

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация, [rosniipm@yandex.ru](mailto:rosniipm@yandex.ru)

**Аннотация.** **Цель:** разработка обоснования целесообразности и возможности применения и конструктивных схем фильтрующих водозаборов для забора воды из каналов, ее предварительной очистки и подачи в капельные оросительные системы. **Материалы и методы.** При разработке обоснования использовались обще- и частно-научные методы анализа и синтеза информации о достоинствах и недостатках фильтрующих водозаборов, а при разработке их конструкций технологии поискового конструирования. **Результаты и обсуждение.** Установлено, что фильтрующие водоприемники могут одновременно осуществлять функции водозаборных, сорозаградительных, рыбозащитных и очистных сооружений. Конструктивная гибкость и простота исполнения, экологичность, многофункциональность и высокие технико-экономические показатели являются базовыми характеристиками, позволившими обосновать целесообразность их применения в качестве водозаборно-очистных сооружений капельных оросительных систем. В результате исследований разработаны на уровне изобретений конструктивные схемы водозаборных сооружений с водоприемниками, оборудованными фильтрующими панелями с донным и откосным расположением. В водоприемниках предусмотрено устройство водосборных и водонакопительных емкостей, обеспечивающих сбор просочившейся через фильтрующие панели воды и последующий ее отвод в водопроводящий тракт. В конструкциях водоприемников предусмотрена возможность селективного забора воды из наименее загрязненных горизонтов водного потока. Отмечены проблемные вопросы использования фильтрующих водоприемников в части необходимости создания развитого водоприемного фронта и периодической промывки или замены фильтрующих панелей. **Выводы.** Обоснована целесообразность применения водозаборно-очистных сооружений, обеспечивающих забор воды из водоисточников и ее предварительную очистку для нужд систем капельного орошения, а также предложены конструкции фильтрующих водозаборов, рекомендуемые к устройству и использованию в системах капельного орошения.

**Ключевые слова:** фильтрующие водозаборы, водозаборно-очистные сооружения, водозаборы из каналов, капельные оросительные системы, очистка воды

## HYDRAULIC ENGINEERING

Original article

### **Justification for use and structural schemes of water intake-purification facilities in drip irrigation systems**

**Viktor N. Shkura, Andrey S. Shtanko**

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation, [rosniipm@yandex.ru](mailto:rosniipm@yandex.ru)



**Abstract. Purpose:** development of justification for the feasibility and possibility of application and structure schemes of filtering water intakes for water intake from canals, its preliminary purification and supply to drip irrigation systems. **Materials and Methods.** During development of justification, general and specific scientific methods of analysis and synthesis of information on the advantages and disadvantages of filtering water intakes were used, and during the development of their designs, technologies of research design were used. **Results and Discussion.** It has been found that filtering water intakes can simultaneously perform the functions of water intake, trash barriers, fish protection and purification facilities. Structural flexibility and simplicity of performance, environmental friendliness, multifunctionality and high technical and economic indicators are the basic characteristics that made it possible to substantiate the feasibility of their application as water intake and treatment facilities for drip irrigation systems. As a result of the research, at the level of inventions, structural schemes of water intake structures with inlets equipped with filter panels with bottom and slope locations were developed. The water intakes provide for the arrangement of catchment and water storage containers, ensuring the water collection seeped through the filter panels and its subsequent drainage into the water conducting stream. The water intake structures provide for the possibility of selective water intake from the least polluted horizons of the water flow. The problematic issues of the use of filtering water intakes are noted in terms of the need to create a developed water intake front and periodic flushing or replacement of filtering panels. **Conclusions.** The feasibility of using water intake purification facilities, providing water intake from water sources and its preliminary treatment for the needs of drip irrigation systems, has been substantiated, as well as filtering water intakes designs recommended for the arrangement and use in drip irrigation systems are proposed.

**Keywords:** filtering water intakes, water intake purification facilities, canal water intakes, drip irrigation systems, water purification

**Введение.** Определяющим техническим элементом капельных оросительных систем являются водозаборы, обеспечивающие изъятие воды из источника и подачу ее в технологическую составляющую системы орошения [1]. Отличительной особенностью капельных систем являются достаточно жесткие требования к очистке природной воды от механических загрязнителей минерального и органического происхождения [1–4]. Для обеспечения надежного функционирования основного средства капельного полива – капельных микроводовыпусков в составе технологического оборудования капельных систем предусматривается устройство фильтров грубой и тонкой очистки воды [5, 6]. Создание и использование соответствующих фильтров приводит к существенному удорожанию строительства и эксплуатации капельных систем орошения сельскохозяйственных культур [7, 8]. В связи с указанным обстоятельством поиск средств и подходов, снижающих затраты на подготовку поливной воды,

является актуальной задачей. Для ее разрешения предлагается производить предварительную очистку изымаемой из водного объекта загрязненной воды при ее заборе – на водозаборном узле сооружений. При этом подходе функции забора воды и ее предварительной очистки обеспечиваются водозаборно-очистными сооружениями [9, 10]. В качестве таких сооружений, судя по данным М. Г. Журбы, Ю. И. Вдовина и др. [9–11], используются фильтрующие водозаборы – водозаборные узлы, имеющие в своем составе водозаборные и очистные сооружения. Основным компонентом таких сооружений являются водоприемники, оборудованные фильтрующими элементами. Водоприемники обеспечивают конструктивное и гидравлическое сопряжение водоотводящей части водозаборного узла с водным объектом, являющимся источником водоснабжения. В водозаборно-очистных сооружениях функции приема воды осуществляют фильтрующие воду конструктивные элементы, через поры которых вода поступает в водосборную (водонакопительную или водопроводящую) часть водозабора.

Являясь гидротехническим объектом, водозаборно-очистные сооружения должны обеспечивать: изъятие воды из водного объекта в определенных условиях его морфометрического и гидрологического состояния; предупреждение попадания в сооружение влекомых водным потоком тел (мусора, водорослей и др.); предупреждение попадания в водозабор обитающих в водном объекте гидробионтов, защиту их от травмирования и гибели на конструктивных элементах водозаборного узла; подачу воды в соответствии с требованиями водопотребителя по ее объему и качеству.

В конструктивно-компоновочном отношении водозаборно-очистные узлы сооружений должны: соответствовать положениям действующих законодательных и нормативных актов, предъявляющих к гидротехническим сооружениям требования в части их прочности, устойчивости, эксплуатационной надежности, долговечности и безопасности; не представлять эко-

логической опасности для водного объекта и гидробионтов; быть конструктивно простыми, удобными при эксплуатации и ремонтпригодными.

Вышеуказанным требованиям в определенной мере соответствуют водозаборно-очистные сооружения. Обоснование целесообразности их применения для капельных оросительных систем и разработка их конструктивных схем определены целью настоящего исследования.

**Материалы и методы.** Основу для аналитического исследования составила информация по водозаборным сооружениям и требования к условиям водообеспечения капельных систем орошения. При разработке конструктивных схем водозаборно-очистных сооружений, обеспечивающих забор воды из открытых водных источников и ее предварительную очистку, использовались методы поискового конструирования.

**Результаты и обсуждение.** Водозаборы из водотоков, базирующиеся на применении фильтрующих водоприемников, отличает выполнение ряда функций, среди которых: изъятие воды из водного объекта; предотвращение попадания в водоприемник влекомых водным потоком разноразмерных тел (плавника, наносов); защита обитающих в водном объекте гидробионтов от попадания в водоприемные элементы водозаборов с предотвращением их травмирования или гибели; обеспечение предварительной («первичной») очистки изымаемой из водного источника воды от разноразмерных и разновидовых механических загрязнителей. При этом конструкция водоприемной части сооружения позволяет сохранить гидрологические и морфометрические параметры водоисточника и минимально воздействовать на его состояние как экотопа.

Конструктивно водоизымающая часть фильтрующего водоприемника представляет собой твердую прочную поверхность, органично вписанную в форму русла водотока, что создает условия для беспрепятственного перемещения вдоль нее разноразмерных и разновидовых влекомых водным потоком тел (сора, плавника, наносов и др.). В этом отношении такой

водоприемник выполняет функцию отдельно расположенного или совмещенного с водозабором сорозаградительного сооружения или устройства.

Фильтрующие водозаборно-очистные узлы гидротехнических сооружений выполняют функции рыбозащитных устройств и в этом отношении могут, в частности, называться водозаборно-рыбозащитными сооружениями. В них может быть обеспечена защита молоди гидробионтов размером менее или равным 5–10 мм. В фильтрующих водозаборах предотвращается вовлечение рыб в их водоприемные отверстия и обеспечиваются условия для самостоятельного ухода гидробионтов из зоны изъятия воды при скоростях втекания воды в микроотверстия поверхности фильтрующего водоприемника, составляющих менее 0,1 м/с. Отметим, что высокая рыбозащитная эффективность фильтрующих водозаборов объясняется не только малыми значениями скоростей втекания воды в водоприемник, но и поведенческими реакциями рыб на твердую поверхность фильтров, воспринимаемую ими как обычную слабоводопроницаемую преграду или русловую поверхность водного объекта, ограничивающую водную среду их обитания. В рыбозащитном отношении фильтрующие водоприемники положительно отличаются от многих других известных и применяемых конструктивных решений рыбозащитных сооружений и устройств.

Фильтрующие элементы водозаборно-очистных сооружений выполняются микропористыми с возможностью фильтрации воды через них, что позволяет фильтровать загрязненную взвесьями воду и задерживать механические загрязнители, т. е. предотвращать их попадание в трубопроводы и устройства капельных систем орошения. Широкий спектр выбора микропористых фильтрующих элементов (от крупноразмерных каменных дамб и дренажей до тонкостенных панелей или кассет и других видов фильтрующих средств) позволяет обеспечить очистку изымаемой из источника воды от определенных размеров и видов материально-физических загрязнителей минерального и (или) органического происхождения.

Комплексное решение нескольких функциональных задач одним видом водоприемника позволяет снизить затраты на строительство и эксплуатацию водозаборных узлов. В связи с этим отметим, что на водозаборах с использованием отдельных функциональных заборных, рыбозащитных, сорозаградительных и очистных сооружений затраты средств достигают 50–70 % от общих затрат на водоснабжение водопотребляющего объекта.

Известные и разрабатываемые конструктивно-компоновочные решения водозаборно-очистных узлов на базе фильтрующих водоприемников обладают конструктивной гибкостью и могут быть адаптированы к широкому спектру условий природного или искусственного водного объекта без значимого влияния на его состояние и характеристики как экотопа. Указанные обстоятельства обосновывают техническую и технологическую целесообразность, экологическую эффективность и экономическую выгоду использования фильтрующих водозаборно-очистных сооружений в качестве технологического компонента капельных систем орошения.

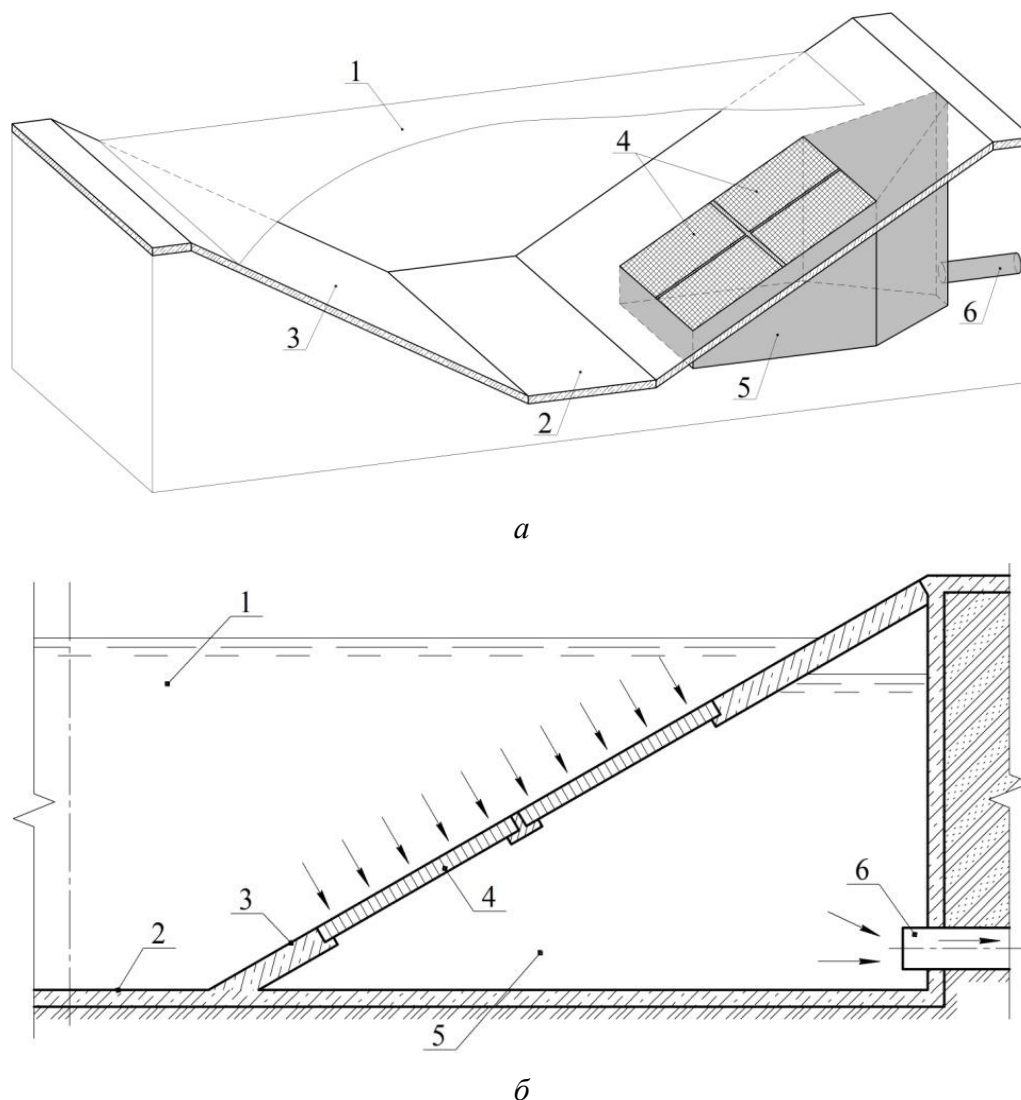
Обеспечить вышеотмеченные достоинства можно при соответствующих условиях создания и функционирования водозаборного сооружения его конструктивном исполнении. В зависимости от морфометрических, гидрологических, гидробиологических условий водного объекта применяются соответствующие им конструктивные решения водозаборных сооружений в части их расположения относительно берегов, дна и акватории, размеров и формы используемых материалов (по виду, составу и крупности), мощности и водопроницаемости фильтрующих элементов.

При проектировании указанных видов водозаборов учитывается, что их функциональной и конструктивно-технической основой являются фильтрующие водоприемники, т. е. водоприемники, водозаборным устройством которых являются фильтрующие элементы, контактирующие своей внешней поверхностью с водоисточником, а внутренней поверхностью с водонакопительной емкостью.

К настоящему времени в водозаборах систем водоснабжения (преимущественно объектов промышленного и коммунального назначения) получили распространение различные конструктивные решения водоприемников из каменной наброски, ряжево-каменные, габионные и ряжево-свайные конструкции. Применительно к водозаборам из каналов более перспективным представляется применение тонкослойных фильтрующих элементов (панелей или кассет). При этом возможна и целесообразна разработка типичных конструктивных решений (модульных конструкций) фильтрующих водоприемников, разрабатываемых для определенных условий водоотбора, функционирования и устройства водозабора.

Наряду с очевидными достоинствами фильтрующих водозаборов им присущ и такой существенный недостаток, как реальная возможность полного или частичного кольматирования их фильтрующих элементов. При проявлениях этого процесса будет иметь место снижение производительности водозабора. Определенную проблему для проектирования фильтрующих водозаборов представляет недостаточная изученность процессов кольматации пористых элементов различными видами механических засорителей при их размерно-видовой изменчивости в разные периоды водоотбора. Указанные обстоятельства конструктивно нейтрализуются увеличением размеров водоприемного фронта водозаборного оголовка, организацией периодической промывки или заменой фильтрующих элементов и другими инженерно-технологическими приемами.

К перспективным конструкциям фильтрующих водозаборов из каналов следует отнести их конструктивные решения с откосным размещением водоприемников и расположением тонкослойных фильтрующих элементов по поверхности откоса канала. Пример предлагаемого конструктивного решения такого фильтрующего водоприемника [12, 13] приведен на рисунке 1.



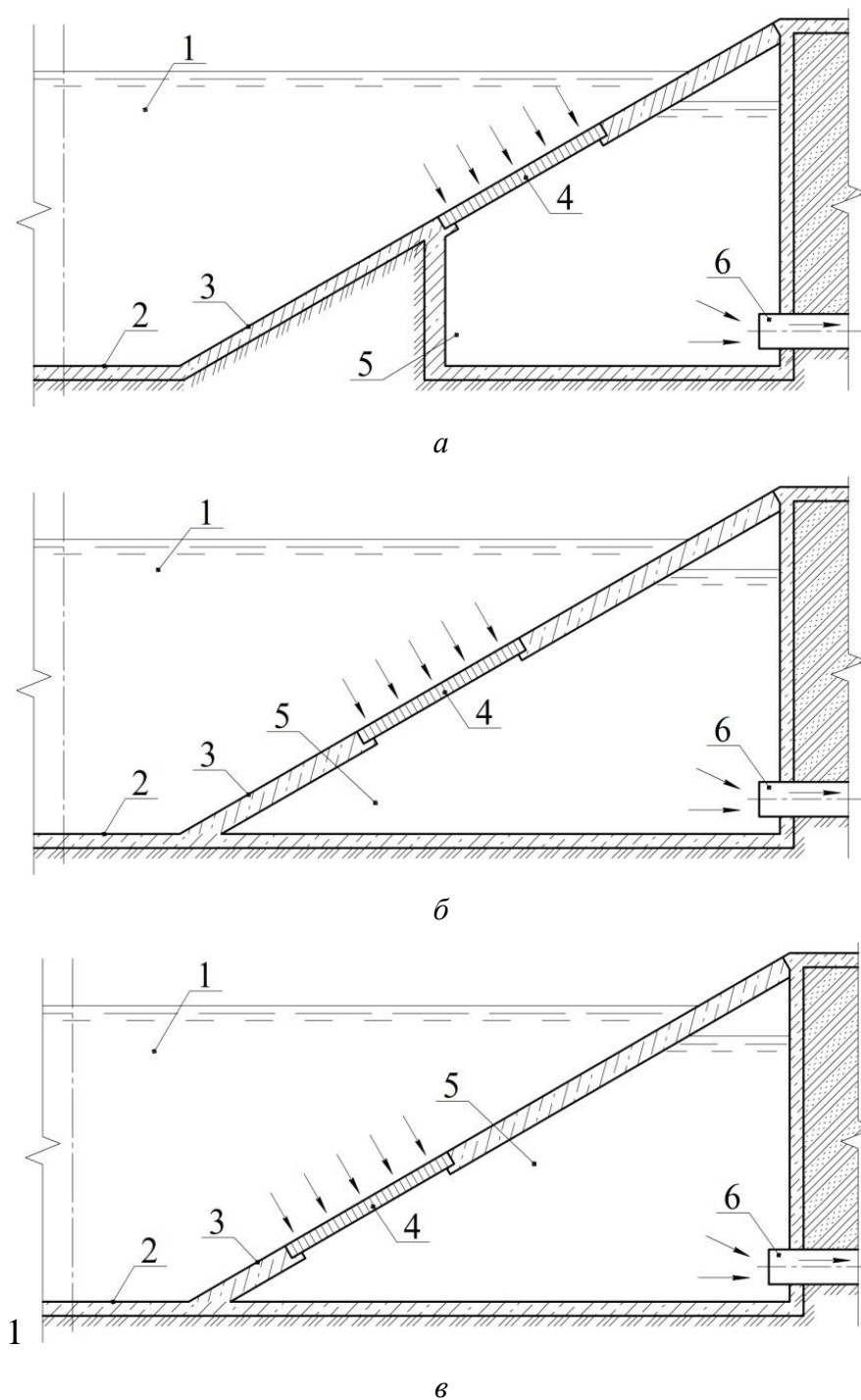
*а* – общий вид фильтрующего водоприемника; *б* – продольный разрез; 1 – канал; 2 – крепление дна канала; 3 – крепление откоса канала; 4 – фильтрующие панели водоприемника; 5 – водосборная (водонакопительная) часть водоприемника; 6 – водоотводящий трубопровод

### **Рисунок 1 – Конструкция фильтрующего водоприемника**

Конструкция фильтрующего водоприемника по рисунку 1 позволяет обеспечить забор воды из канала и ее предварительную очистку от механических загрязнителей минерального и органического происхождения.

Усовершенствованное конструктивное решение откосного водоприемника позволяет осуществлять забор воды из разных горизонтов водного потока с учетом распределения по глубине, количества и вида находящихся в нем загрязнителей (проиллюстрировано рисунком 2).

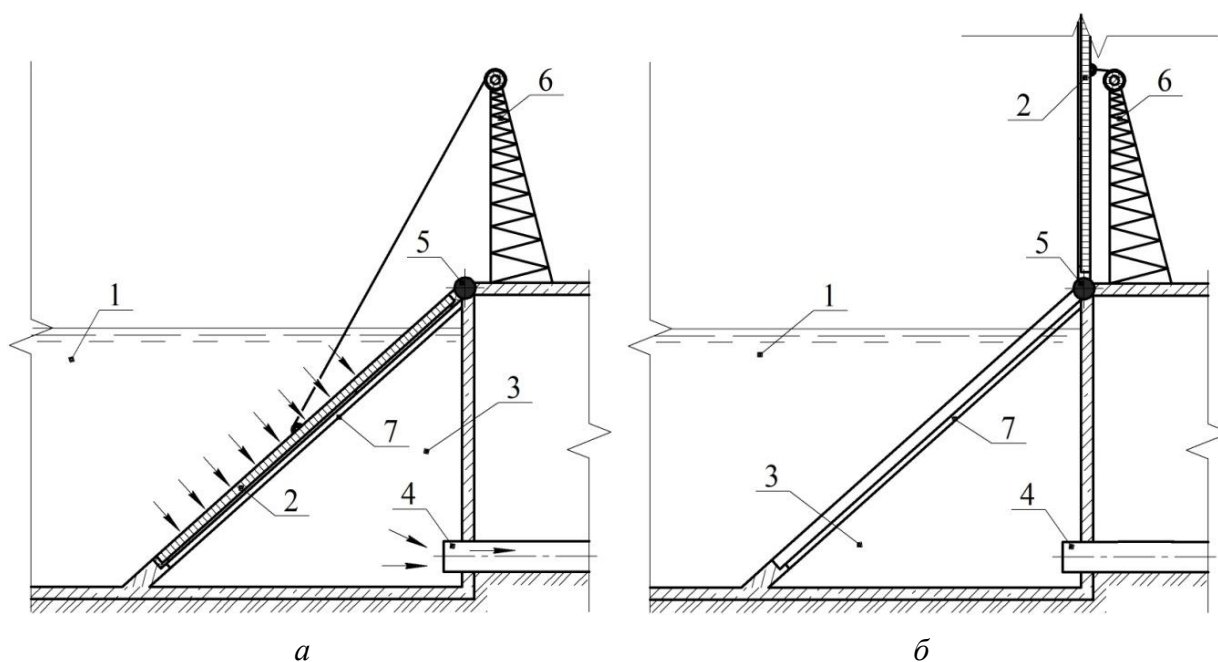




*a* – поверхностное размещение; *б* – литоральное размещение; *в* – придонное размещение; 1 – канал; 2 – дно канала; 3 – крепление откоса; 4 – фильтрующие панели; 5 – водосборник; 6 – водоотвод

### Рисунок 2 – Конструктивные схемы разноуровневого размещения фильтрующих панелей в откосном водоприемнике

Периодическая замена фильтрующих элементов предусмотрена в авторской конструкции водоприемника [14], приведенной на рисунке 3.



*а* – продольный разрез по водоприемнику в рабочем положении фильтрующей панели;  
*б* – продольный разрез по водоприемнику при замене фильтрующего полотна;  
*1* – канал; *2* – фильтрующая панель; *3* – водосборник; *4* – водоотводящий трубопровод;  
*5* – шарнирное крепление панели; *6* – тросовый подъемник;  
*7* – опорный каркас фильтрующей панели

### **Рисунок 3 – Конструкция водоприемника с заменой фильтрующих элементов**

Приведенная на рисунке 3 конструктивная схема позволяет произвести замену фильтрующей панели, осуществляемую в межполивные периоды (при прекращении забора воды в капельную оросительную систему).

Предложенные конструктивные схемы фильтрующих водозаборов при соответствующей доработке их до уровня технических решений рекомендуется устраивать и использовать как водозаборно-очистные сооружения в качестве технического и технологического компонента капельных оросительных систем по нижеследующим обстоятельствам.

1 Поливные устройства (элементы) оросительных сетей капельных систем орошения (капельных труб, капельных лент и капельниц) в современном их конструктивном исполнении предъявляют высокие требования к качеству очистки поливной воды от механических загрязнителей (твердых микрочастиц минерального и органического происхождения).

Для очистки природной воды в таких оросительных системах применяется сложное и дорогостоящее технологическое оборудование. Предлагаемые конструкции водозаборных сооружений позволяют производить предварительную очистку воды и снизить расходы и нагрузку на технологическое оборудование, обеспечивающее подготовку воды к капельному поливу.

2 Капельные системы орошения относятся к маловодопотребляющим, т. е. обеспечивающим орошение относительно малыми объемами воды. Предлагаемые конструкции фильтрующих водозаборов в большей степени эффективны при заборе относительно небольших расходов воды.

3 Капельные системы предусматривают периодичность проведения поливов и сезонность использования. Это обстоятельство позволяет осуществить замену фильтрующих панелей на водоприемниках из оросительных каналов в межполивной и во вневегетационный (неполивной) периоды.

### **Выводы**

1 Очевидными достоинствами и преимуществами фильтрующих водозаборов являются: сохранение гидрологических и морфометрических параметров водоисточника (поверхностного водного объекта), а следовательно и его экотопа; обеспечение защиты гидробионтов от попадания в водозабор, а следовательно их травмирования и гибели; осуществление первичной очистки воды от механических и микробиологических загрязнителей. Многофункциональность фильтрующих водозаборов обеспечивает их экономическую и экологическую эффективность, техническую и технологическую приемлемость в качестве водозаборно-очистных сооружений в техногенной компоненте капельных систем орошения.

2 Предложенные конструктивные схемы фильтрующих водоприемников с донным и откосным расположением фильтрующих панелей позволяют осуществить забор воды из каналов и обеспечить ее предварительную очистку от физических загрязнителей. Конструкции имеют определенные достоинства и недостатки и при соответствующем доведении их

конструктивных схем до конструктивных решений могут использоваться в системах капельного орошения.

### Список источников

1. Ахмедов А. Д., Темерев А. А. Влияние качества поливной воды на работоспособность систем капельного орошения // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 6. С. 24–26.
2. Усатый С. В., Усатая Л. Г. Капельное орошение и качество воды в системе «оросительная сеть – свойства почв» // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2017. № 2(66). С. 174–179.
3. Al-Mefleh N. K., Al-Raja O. F. Impact of irrigation water quality and envelope materials around drip line in emitter performance in subsurface drip irrigation // Water and Environment Journal. 2020, Febr. Vol. 34, № 1. P. 14–24. <https://doi.org/10.1111/wej.12437>.
4. Wang T. Z., Guo Z. C., Kuo C. T. Effects of mixing Yellow River water with brackish water on the emitter's clogging substance and solid particles in drip irrigation // SN Applied Sciences. 2019, Oct. Vol. 1, № 10. Article number: 1269. DOI: 10.1007/s42452-019-1287-5.
5. Петроченко А. В. Инновационные решения подготовки воды в системах сельскохозяйственного водоснабжения и капельного орошения // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2016. № 3(63). С. 142–150.
6. Новикова И. В., Лунева Е. Н., Грицай А. В. Средства и технологии водоподготовки для капельного орошения сельскохозяйственных угодий // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2019. № 3(35). С. 1–17. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=615> (дата обращения: 22.01.2021). DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-1-17.
7. Васильев С. М., Коржова Т. В., Шкура В. Н. Технические средства капельного орошения: учеб. пособие. Новочеркасск, 2017. 200 с.
8. Шкура В. Н., Штанько А. С. Компонентно-конструктивные решения самонапорных ярусных систем капельного орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2018. № 2(30). С. 78–94. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=930> (дата обращения: 22.01.2021).
9. Журба М. Г., Мезенцева Е. А., Чудновский С. М. Очистка воды в водозаборном узле // Водоснабжение и санитарная техника. 1995. № 5. С. 12–14.
10. Вдовин Ю. И., Луцкин И. А., Халиков Р. К., Хецуриани Е. Д. Водозаборы из поверхностных источников: состояние, проблемы, тенденции совершенствования // Вестник СГАСУ: градостроительство и архитектура. 2011. № 2. С. 55–61. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.02.15.
11. Вдовин Ю. И., Анисимов А. В., Симакин В. И., Кордон М. Я., Волков В. И., Луцкин И. А. Фильтрующие рыбозащитные сооружения и устройства коммунальных и промышленных водозаборов. Пенза, 2002. 196 с.
12. Васильев С. М., Шкура В. Н., Штанько А. С. Водозаборное сооружение низконапорной системы капельного орошения: пат. 2728352 Рос. Федерация, МПК<sup>6</sup> А 01 G 25/00, СПК<sup>20</sup> А 01 G 25/00; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. № 2019125077; заявл. 06.08.19; опубл. 29.07.20, Бюл. № 22. 11 с.
13. 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.
14. Васильев С. М., Шкура В. Н., Штанько А. С. Водовыпуск из канала для подачи воды в капельную систему орошения: пат. 2730579 Рос. Федерация, МПК<sup>6</sup> Е 02 В 13/00,

СПК<sup>20</sup> Е 02 В 13/00; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. № 2019129953; заявл. 23.09.19; опубл. 24.08.20, Бюл. № 24. 12 с.

## References

1. Akhmedov A.D., Temerev A.A., 2011. *Vliyanie kachestva polivnoy vody na rabotosposobnost' sistem kapel'nogo orosheniya* [Influence of the quality of irrigation water on the performance of drip irrigation systems]. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences], no. 6, pp. 24-26. (In Russian).
2. Usatyi S.V., Usataya L.G., 2017. *Kapel'noe oroshenie i kachestvo vody v sisteme. "orositel'naya set' – svoystva pochv"* [Drip irrigation and water quality in the system "farming network – soil characteristics"]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(66), pp. 174-179. (In Russian).
3. Al-Mefleh N.K., Al-Raja O.F., 2020. Impact of irrigation water quality and envelope materials around drip line in emitter performance in subsurface drip irrigation. *Water and Environment Journal*, Febr., vol. 34, no. 1, pp. 14-24, <https://doi.org/10.1111/wej.12437>.
4. Wang T.Z., Guo Z.C., Kuo C.T., 2019. Effects of Yellow River water with brackish water on the emitter's clogging substance and solid particles in drip irrigation. *SN Applied Sciences*, Oct., vol. 1, no. 10, article number: 1269, DOI: 10.1007/s42452-019-1287-5.
5. Petrochenko A.V., 2016. *Innovatsionnye resheniya podgotovki vody v sistemakh sel'skokhozyaystvennogo vodosnabzheniya i kapel'nogo orosheniya* [Innovative solutions for water treatment in agricultural water supply systems and drip irrigation]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 3(63), pp. 142-150. (In Russian).
6. Novikova I.V., Luneva E.N., Gritsay A.V., 2019. [Water treatment techniques and technologies for drip irrigation of agricultural land]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 3(35), pp. 1-17, URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=615> (date of access: 01/22/2021), DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-1-17. (In Russian).
7. Vasiliev S.M., Korzhova T.V., Shkura V.N., 2017. *Tekhnicheskie sredstva kapel'nogo orosheniya: uchebnoe posobie* [Technical Means of Drip Irrigation: Textbook]. Novocherkassk, 200 p. (In Russian).
8. Shkura V.N., Shtanko A.S., 2018. [Constructive-layout arrangements of gravity layer systems in drip irrigation]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 2(30), pp. 78-94, URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=930> (date of access: 01/22/2021). (In Russian).
9. Zhurba M.G., Mezentseva E.A., Chudnovsky S.M., 1995. *Ochistka vody v vodozabornom uzle* [Water purification in water intake facility]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Engineering], no. 5, pp. 12-14. (In Russian).
10. Vdovin Yu.I., Lushkin I.A., Khalikov R.K., Khetsuriani E.D., 2011. *Vodozabory iz poverkhnostnykh istochnikov: sostoyanie, problemy, tendentsii sovershenstvovaniya* [Intakes from surface sources: state, problems, improvement trends]. *Vestnik SGASU: gradostroitelstvo i arkhitektura* [Bulletin of SGASU: Urban Planning and Architecture], no. 2, pp. 55-61, DOI: 10.17673/Vestnik.2011.02.15. (In Russian).
11. Vdovin Yu.I., Anisimov A.V., Simakin V.I., Kordon M.Ya., Volkov V.I., Lushchkin I.A., 2002. *Fil'truyushchie rybozashchitnye sooruzheniya i ustroystva kommunal'nykh i promyshlennykh vodozaborov* [Filter Fish Protection Structures and Devices for Municipal and Industrial Water Intakes]. Penza, 196 p. (In Russian).
12. Vasiliev S.M., Shkura V.N., Shtanko A.S., 2020. *Vodozabornoe sooruzhenie niz-*

Экология и водное хозяйство. 2021. Т. 3, № 1. С. 22–35.  
Ecology and water management. 2021. Vol. 3, no. 1. P. 22–35.

*konapornoj sistemy kapel'nogo orosheniya* [Water Intake Structure of the Low-Pressure Drip Irrigation System]. Patent RF, no. 2728352. (In Russian).

13. Shtanko A.S., Shkura V.N., 2019. *Vodozabornoe sooruzhenie iz kanala dlya kapel'nykh orositel'nykh sistem* [Canal water intake structure 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).

14. Vasiliev S.M., Shkura V.N., Shtanko A.S., 2020. *Vodovypusk iz kanala dlya podachi vody v kapel'nyuyu sistemu orosheniya* [Water Outlet from the Canal for Water Supply into the Drip Irrigation System]. Patent RF, no. 2730579. (In Russian).

---

#### ***Информация об авторах***

**В. Н. Шкура** – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, профессор;

**А. С. Штанько** – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук.

#### ***Information about the authors***

**V. N. Shkura** – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Professor;

**A. S. Shtanko** – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 17.12.2020; одобрена после рецензирования 21.01.2021; принята к публикации 25.02.2021.*

*The article was submitted 17.12.2020; approved after reviewing 21.01.2021; accepted for publication 25.02.2021.*