

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

Лунева Е.Н., Новикова И.В., Мангуш А.П.

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, г. Новочеркасск, Россия

Аннотация. В статье приведены рекомендации по выбору состава очистных сооружений мелиоративных систем капельного орошения в зависимости от качества исходной воды. Рассмотрены конструктивные схемы и краткие характеристики отдельных очистных сооружений из списка наиболее распространенных и варианты схем водоочистки на системах капельного орошения.

Ключевые слова: качество оросительной воды, система капельного орошения, очистные сооружения, гидроциклон, фильтр центробежной очистки, сетчатые и пластинчатые фильтры, фильтр с плавающей загрузкой

TO THE ISSUE DESIGNING SYSTEM ELEMENTS DRIP IRRIGATION

Luneva E. N., Novikova I. V., Mangush A. P.

Novocherkassk engineering and reclamation Institute. A.K. Kortunov of the Donskoy state agrarian UNIVERSITY, Novocherkassk, Russia

Abstract. The article provides recommendations for choosing the composition of treatment facilities for reclamation systems of drip irrigation, depending on the quality of the source water. The design diagrams and brief characteristics of individual treatment facilities from the list of the most common ones and variants of water treatment schemes on drip irrigation systems are considered.

Keywords: irrigation water quality, drip irrigation system, treatment facilities, hydrocyclone, centrifugal filter, mesh and plate filters, floating loading filter

Надежность работы систем капельного орошения снижается из-за засорения капельниц и наблюдаемого разрушения водоводов, а также биологического загрязнения воды в них биогенными элементами [1].

При проектировании мелиоративных систем капельного орошения необходимо рационально подходить к выбору варианта технологической схемы и состава параметров сооружений для очистки воды в зависимости от технологической и экономической эффективности их работы на конкретной воде, от принятого типа капельниц оросительной системы. Предпочтительно выбирать сооружения безреагентной очистки воды, несложные по конструкции и изготовлению, обеспечивающие требуемое качество очищенной воды.

Примеры таких сооружений: бассейны-отстойники; сетчатые фильтры – для удаления из воды частиц песка и крупных частиц ила, а также для предупреждения попадания в трубопроводы крупных предметов; гидроциклоны – для удаления минеральных частиц, имеющих плотность больше или примерно равную плотности воды; микрофильтры и барабанные сетки – для удаления водорослей и грубодисперсных частиц взвеси; зернистые фильтры – для удаления мелкодисперсных и грубодисперсных частиц взвеси минерального и органического

ского происхождения, а также для обезжелезивания исходной воды. При необходимости одновременного осуществления нескольких технических приемов очистки, например, осветление воды и удаление водорослей или при большом содержании и резких колебаниях взвешенных веществ в исходной воде в течение поливного периода, в состав станций очистки могут включаться одновременно несколько типов очистных сооружений, перечисленных выше.

Выбор очистных сооружений можно осуществлять, основываясь на данных таблицы 1.

Приведем краткую характеристику отдельных очистных сооружений из списка наиболее распространенных [2].

Гидроциклоны - эффективно очищают воду от песка и механических частиц за счет центробежных сил, появляющихся при напорной подаче воды. Рациональным, применительно к системам очистки воды для целей капельного орошения, представляется использование в качестве первой ступени очистки компактных гидроциклонных установок, которыми оборудуют нагнетательные и всасывающие трубы насосов. Ограничением применения гидроциклонов в системах очистки воды для капельного орошения, как самостоятельного сооружения, является их низкий эффект работы на водах, мутность которых создана тонкодисперсными частицами низкой плотности.

Фильтр центробежной очистки воды предназначен для очистки природных поверхностных и подземных вод, а также сточных вод от механических примесей в системах капельного орошения садов и виноградников [2].

При использовании на орошение подземных вод фильтр центробежной очистки работает самостоятельно, дополнительная очистка воды при этом не требуется, а при использовании поверхностных и сточных вод фильтр центробежной очистки работает в комплексе с сетчатыми фильтрами.

Сетчатые и пластинчатые фильтры снабжены механизмом промывки обратным током воды и используются для удаления илистой фракции размером (10... 100) мкм. В сетчатом фильтре очистка обеспечивается специальным патроном. Размер ячеек сетки подбирают в зависимости от заданной степени очистки. Разновидность сетчатых фильтров - микрофильтры. В пластинчатых фильтрах очистка обеспечивается подачей воды через щелевые зазоры плотно сжатого пакета пластин.

Микрофильтры представляют собой вращающиеся сетчатые барабаны, размещенные в бетонном или металлическом резервуаре. Исходная вода поступает внутрь барабана, фильтруется через сетки и отводится в резервуар или трубопровод чистой воды. Загрязненная сетка промывается в обратном направлении очищенной водой с помощью напорного трубопровода с насадками, расположенными под барабаном параллельно его горизонтальной оси. Промывная загрязненная вода собирается в лоток и отводится за пределы микрорельефа. С помощью специального электропривода барабан непрерывно вращается со скоростью 0,1-0,3 м/с.

Таблица 1 – Выбор конфигурации очистных сооружений [3]

Производительность сооружений, м ³ /ч	Условия применения				Возможные варианты
	Качество исходной воды				
	взвешенные вещества, мг/л	концентрация гидробионтов, мг/л	количество железа, мг/л	характеристика взвеси	
23 – 1100 (НСФ)	< 50	20 – 50 (40-100 тыс. кл/мл)	-	Тонкодисперсная взвесь $d_{\phi} < 100$ мкм; водоросли $d_{\phi}=0,1-0,2$ мм	Напорные сетчатые автоматически промывные фильтры (НСФ), либо микрофильтры с непрерывной промывкой фильтрующего полотна (МФ), размер ячеек сеток – от 20 до 40 мкм (МФ), 70-250 мкм (НСФ)
100 – 896 (МФ) 416 – 3750 (БС)	50 – 200 <150 (КФ)	5 – 20 10-20 тыс. кл/мл	-	Взвесь полидисперсная $d_{\phi}=0,001 \dots 0,5$ мм; водоросли $d_{\phi}=0,01 \dots 100$ мм	Микрофильтры, барабанные сетки (БС) или напорные сетчатые фильтры + крупнозернистые кварцевые или гравийно-кварцевые фильтры (ГКФ); 25-250 мкм (БС); 200-2500 (НСФ)
10 – 20 (ГКФ) любая при ТЭО	200 – 300	<100 кл/мл (ГКФ) <1000 кл/мл	-	Взвесь полидисперсная $d = 0,01-0,5$ мм	Гидроциклоны + гравийно-кварцевые фильтры или фильтры с плавающей загрузкой
Любая при ТЭО	500 – 1000 500 (ФПЗ)	-	-	Взвесь полидисперсная с плотностью частиц $\rho \geq 1,0$ г/см ³ , $d=0,01-10$ мм	Гидроциклоны + гравийно-кварцевые фильтры; гидроциклоны + фильтры с плавающей загрузкой; фильтры с плавающей загрузкой
Любая при ТЭО	500 – 1000 500 (ФПЗ)	> 1000 < 500 (ФПЗ)	0,1 - 2	Взвесь полидисперсная $d=0,01-5,0$ мм	Ковши (бассейны отстаивания, земляные и бетонные отстойники + гравийно-кварцевые фильтры; тонкослойные отстойники + зернистые фильтры; гидроциклоны + фильтры с плавающей загрузкой
100 (ГКФ) любая ТЭО	-	-	2 - 15	Хлопья гидрооксида железа после аэрации	Упрощенная или принудительная аэрация в бассейнах + фильтры с зернистой, песчаной или пенополистирольной загрузкой

Примечание: 1. При наличии в исходной воде карбонатных отложений, серо- и железобактерий необходимо производить обработку воды CuSO_4 ; Cl_2 ; $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; FeCl_3 ; NaClO и различными кислотами; 2. В каждом конкретном случае, в зависимости от физико-химических свойств воды и взвеси, эффект очистки должен уточняться экспериментальным путем для каждого водосточника; 3. Буквенное сочетание ТЭО обозначает понятие: технико-экономическое обоснование

К недостаткам работы такого сооружения следует отнести: постоянные затраты электроэнергии на вращение барабана, неизменность размера ячеек сетки в свету (обычно 40×40) при изменяющейся дисперсности частиц взвеси в исходной воде, низкий эффект осветления воды от тонкодисперсной взвеси (порядка 30-50%). При оценке качества очистки воды на микрофильтрах следует учитывать, что при различных перепадах уровней воды во входной камере и внутри барабана степень очистки будет различной.

Крупнозернистые фильтры - предназначены для удаления из оросительной воды частиц взвеси диаметром (50...80) мкм. Обычно при очистке поверхностных вод устанавливают не менее двух последовательно соединенных песчано-гравийных фильтров с обратной промывкой. Характеристика загрузки и основные параметры работы наиболее рациональных крупнозернистых фильтров приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики крупнозернистых фильтров

Тип фильтра и вид фильтрующего материала	Диаметр зерен загрузки, мм	Допустимое содержание взвеси в исходной воде, мг/л	Высота слоя загрузки, м	Скорость фильтрования, м/ч	Интенсивность промывки, л/см ²		Потери напора в загрузке, м
					водяной	воздушной	
Скорый однослойный, кварцевый песок	1,6-2,5	150	2,5-3,0	13-15	6-8	18-25	15
Напорный фильтр	1,1-2,0	150	1,3-2,0	20-25	18	-	10-12
Дробленый керамзит	1,6-3,0	300	2,0	20-25	23	-	10-12
По типу контактного осветлителя, безнапорный кварцевый песок	0,7-1,1	150	1,5-2,0	10-12	2,5-3,0	15-20	3,0

Основным условием, ограничивающим область применения крупнозернистых, кварцевых или гравийно-кварцевых фильтров, является их недостаточно высокая скорость фильтрования, требуемая большая толщина загрузки и сложность регенерации загрузки. Интенсифицировать работу крупнозернистых фильтров можно путем применения высокопористых фильтрующих материалов с хорошо развитой поверхностью. К таким материалам относятся дробленый керамзит, горелые породы, вулканические шлаки. Очистка воды на крупнозернистых гравийно-кварцевых фильтрах для систем капельного орошения может быть технически и экономически целесообразной при площадях орошения до 500 га и содержании взвеси в исходной воде не более 100-1500 мг/л.

Варианты схем водоочистки на системах капельного орошения показаны на рисунках 1, 2.

Подведем итоги. При небольших участках орошения (на площади до 15-100 га) и заборах воды из водохранилищ, в которых наблюдается незначительное цветение при исходной мутности воды не более 10-50 мг/л, узел водоочистки может включать фильтры-сетки с двумя типоразмерами сеток (1×1 мм,

0,05×0,05 мм). Сетки должны автоматически промываться обратным током воды при достижении заданного перепада давлений на них, фиксирующих степень загрязнения.

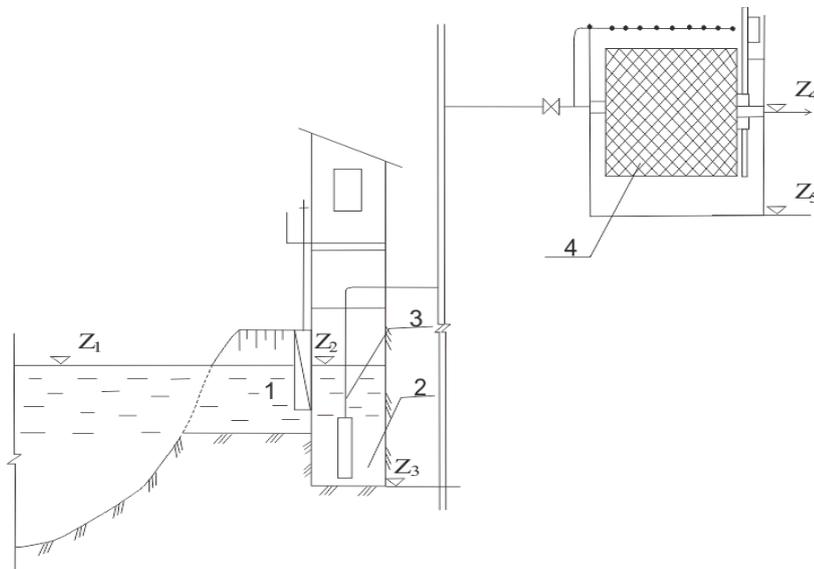


Рисунок 1 – Схема водоочистки на системах капельного орошения с предварительным хлорированием (купуросованием) и доочисткой на микрофильтрах:

1 – подача раствора медного купороса или хлора в подводящий канал; 2 – береговой водозаборный колодец; 3 – погружной насос; 4 - микрофильтр

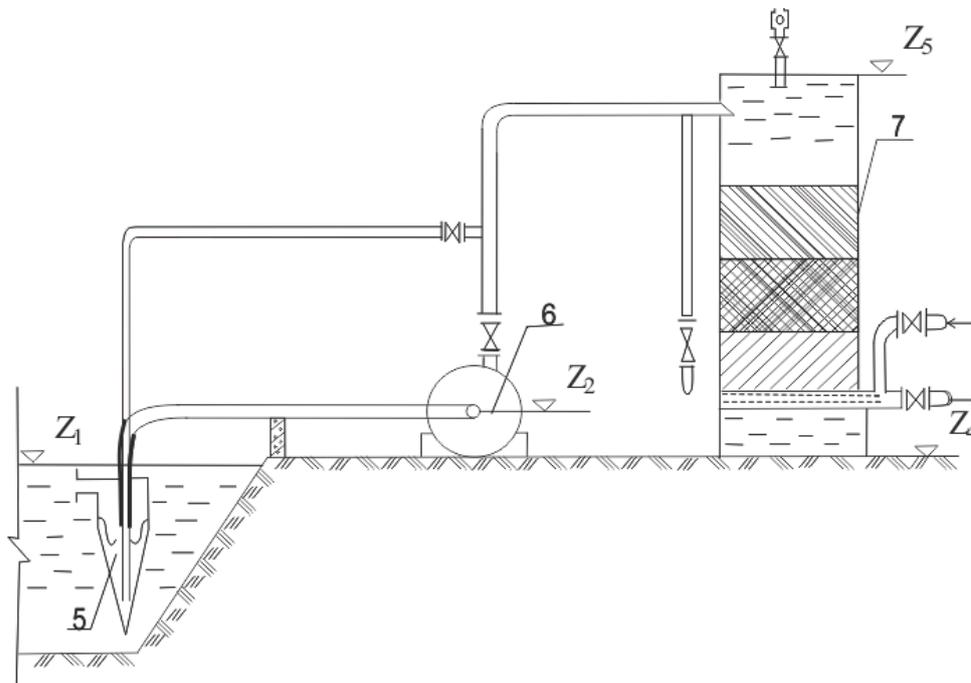


Рисунок 2 – Схема водоочистки на системах капельного орошения с гидроциклонами и напорными гравийно-песчаными фильтрами:

5 – гидроциклон; 6 - центробежные насосы; 7 – напорный щебеночно-кварцевый фильтр

При водозаборе из водохранилищ, озер и других открытых водоемов с интенсивным цветением воды оправданной может быть схема, при которой вода сначала предварительно хлорируется или обрабатывается медным купоросом, а затем поступает на микрофильтры, и после них – насосами подкачки подается в

сеть. При этом иногда целесообразным может быть предварительное хлорирование воды в подводящем канале.

Использование для целей орошения водоисточников с высоким содержанием взвешенных веществ в исходной воде (оросительные каналы, реки) вызывает необходимость двухступенчатой очистки. В качестве первой ступени могут быть использованы сетки, отстойники, микрофильтры и гидроциклоны. Последние рационально применять для удаления минеральных частиц, имеющих плотность больше плотности воды. В качестве сооружений глубокой доочистки воды применяют двухслойные гравийно-песчаные зернистые фильтры.

Такие схемы очистки оросительной воды более дорогостоящие по сравнению с одноступенчатыми. Вместе с тем, они обеспечивают более высокое качество оросительной воды и способствуют повышению надежности работы капельниц и поливных трубопроводов в заданных режимах.

При капельном орошении на больших площадях (500 га и больше) рациональным представляется применение для предварительной очистки от фитопланктона и взвешенных веществ микрофильтров с использованием барабанных металлических сеток с площадью отверстий до 0,025 мм².

Список использованных источников

1. Васильев, С. М. Технические средства капельного орошения: учебное пособие / С. М. Васильев, Т. В. Коржова, В. Н. Шкура. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2017. – 200 с.
2. Новикова И.В. Средства и технологии водоподготовки для капельного орошения сельскохозяйственных угодий / И. В. Новикова, Е. Н. Лунева, А. В. Грицай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2019. – № 3(35). – С. 1–17. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=615>. – DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-1-17.
3. Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации систем капельного орошения: ВТР-П-28-81: утв. М-вом мелиорации и вод. хоз-ва СССР 08.05.81. – М.: Минводхоз СССР, 1981. – 180 с.

References

1. Vasiliev, S. M. Technical means of drip irrigation: textbook / S. M. Vasiliev, T. V. Korzhova, V. N. Shkura. Novocherkassk: Rosniipm, 2017. - 200 p.
2. Novikova I. V. Means and technologies of water treatment for drip irrigation of agricultural land / I. V. Novikova, E. N. Luneva, A.V. Gritsay // Scientific journal of the Russian research Institute of land reclamation problems [Electronic resource]. – 2019. – № 3(35). – P. 1-17. - access Mode: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=615>. – DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-1-17.
3. Guidelines for the design, construction and operation of drip irrigation systems: VTR-P-28-81: approved. Ministry of land reclamation and water. farm of the USSR 08.05.81. - M.: Minvodhoz of the USSR, 1981. - 180 p.