

Производственные испытания рыхлителя-кратователя почвы РКП-0,7 на тракторе «Беларус-1221» выполнялись в 2022 г. на тяжелых мелиорированных землях в разных почвенно-мелиоративных условиях Витебской области в КУП «Витебскмелиоводхоз» на площади 1501 га районными мелиоративными организациями: ГП «Бешенковичское ПМС» (549,9 га), ГП «Глубокская ПМК мелиоводхоз» (63,0 га), ГП «Миорское ПМС» (238,5 га), ГП «Шарковщинское ПМС» (387 га), ГП «Полоцкснабмелиоводхоз» (262,6 га); в Минской области на связных и торфяных мелиорированных землях мелиоративной организацией ГУП «Минское ПМС» (203 га). На основании испытаний рыхлитель-кратователь почвы РКП-0,7 получил положительные оценки от мелиоративных организаций и землепользователей.

Рыхлитель-кратователь почвы РКП-0,7 производится в РУП «Институт мелиорации» по ТУ ВУ 100363825.003—2023 имеет сертификат соответствия Евразийского экономического союза № ЕАЭС кG4171033. ВУ.02.01531, серия KG N9 0121312, агрегатируется с тракторами класса 2,0 по ГОСТ 27021 («Беларус-1221»). Вид климатического исполнения У1 по ГОСТ 15150. Так же разработана Типовая технологическая карта на глубокое рыхление мелиорированных земель тракторными рыхлителями ТТК-101024243.296—2022 [5].

Заключение

1. На мелиоративных объектах Витебской и Минской областях рыхлитель-кратователь почвы РКП-0,7 с ограничителем глубины рыхления агрегируемый трактором «Беларус-1221» прошел успешно производственные испытания, зарекомендовал себя с положительной стороны и соответствует современным требованиям сельскохозяйственного производства.

2. Конструкция рыхлителя-кратователя почвы РКП-0,7 с ограничителем глубины рыхления имеет уникальные параметры, что позволяет выполнять глубокое рыхление-кратование тяжелосуглинистых почв на глубину до 0,7 м с применением маломощных тракторов тягового класса 2 (мощность 96 кВт/130 л.с.).

3. Конструкция рыхлителя-кратователя почвы РКП-0,7 позволяет переставлять ограничитель глубины рыхления на глубину рыхления до 0,7 м и до 0,6 м.

4. Выполненное рыхление-кратование повлияло на улучшение структуры тяжелосуглинистых почв: коэффициент структурности увеличился в 1,8 раз, показатель структурности в 1,7 раза, критерий водопрочности в 1,4 раза.

5. Коэффициент фильтрации тяжелосуглинистых почв после рыхления увеличился: в слое 0...30 см в 7 раз, в слое 30...60 см в 25 раз, в слое 60...80 см в 53 раза, что свидетельствует об улучшении фильтрационных характеристик почвы.

6. Дренаж в период паводков и дождей на варианте с рыхлением почвы отводил воду более интенсивно, чем на контроле: максимальный модуль дренажного стока был выше в 4 раза, а слой стока в 5 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайдельман Ф.Р. Режим и условия мелиорации заболоченных почв. М.: Колос, 1975. 319 с.
2. Брусиловский Ш.И. Мелиорация минеральных почв тяжелого механического состава. Минск: Ураджай, 1981. 160 с.
3. Брусиловский Ш.И., Капилович Ж.А. Определение степени потребности минеральных почв в мелиорациях // Проблемы водных ресурсов. Мн.: Наука и техника, 1981. С. 146—153.
4. Аношко В.С., Мееровский А.С. Справочник по мелиоративной географии. Мн.: Выпешняя школа, 1981. 144 с.
5. Типовая технологическая карта на глубокое рыхление мелиорированных земель тракторными рыхлителями ТТК-101024243.296—2022.
6. Рыхлитель-кратователь почвы РКП-0,7. URL: <https://niimel.by/produksiya-i-uslugi/produksiya/selhozoborudovanie-menu/1092-rkp-0-7-prod?ysclid=ml98us3tpl131434199>

REFERENCES

1. Seidelman F.R. Regime and conditions of reclamation of swampy soils. M.: Kolos, 1975. 319 p.
2. Brusilovsky Sh.I. Reclamation of mineral soils of heavy mechanical composition. Minsk: Urajai, 1981. 160 p.
3. Brusilovsky Sh.I., Kapilevich Zh.A. Determination of the degree of demand for mineral soils in land reclamation // Problems of water resources. Mn.: Science and Technology, 1981. P. 146—153.
4. Anoshko V.C., Meerovsky A.C. Handbook of reclamation geography. Mn.: Higher School, 1981. 144p.
5. Standard technological map for deep loosening of reclaimed lands with tractor rippers TTK-101024243.296—2022.
6. <https://niimel.by/produksiya-i-uslugi/produksiya/selhozoborudovanie-menu/1092-rkp-0-7-prod?ysclid=ml98us3tpl131434199>

Анженков Александр Сергеевич, канд. техн. наук, доцент, д-р ректор; **Макоед Владимир Михайлович**, вед. научный сотрудник, niimel@mail.ru (РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Респ. Беларусь).

УДК 626.86:631.432

DOI: 10.32962/0235-2524-2026-2-24-29

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОРОСИТЕЛЬНО-ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВ

А.Л. КОЖАНОВ, О.В. ВОЕВОДИН

Ключевые слова: дренаж, дрены, дренажные колодцы, оросительно-дренажная система, радиальная система, модуль, очистка

Keywords: drainage, drains, drainage wells, irrigation and drainage system, radial system, module, cleaning

Аннотация. Целью исследований являлась разработка новых технических решений оросительно-дренажных систем для регулирования водного режима почв с возможностью промывки и очистки от химических засорений. Для обоснования и разработки предлагаемых конструктивных решений проводился поиск и анализ конструкций, предложенных различными учеными, такими как: М.Ф. Гурбанов, Ф.С. Салахов, В.П. Коваленко, В.Ф. Галковский, М.И. Голубенко, И.П. Кружилин,

В.Н. Щедрин и др. В процессе разработки технических решений применяли метод конструирования. Эксплуатируемые дренажные системы находятся зачастую в неисправном техническом состоянии из-за заиливания и химического засорения, в связи с чем необходимо предусматривать дренажные системы, которые могли бы в автоматическом режиме проводить промывки и очистку от химических отложений, а также позволяли бы увеличивать занимаемые площади по принципу модульности. Задумкой предложенных конструктивных решений является повышение эффективности и долговечности работы системы за счет предотвращения заиливания и химического засорения дрен, и возможности увеличения мелиорируемой площади. Предложенные радиальные

оросительно-дренажные системы позволяют проводить очистку дрен от различных загрязнений, а модульный принцип в модульной оросительно-дренажной системе дополнительно дает возможность применения данной системы на площадях разнообразных по площади. Разработанные решения позволяют автоматизировано промывать от заиливания, а также с применением химического состава очищать от химических отложений. В модульной системе имеется возможность применять на различных площадях при добавлении модуля к действующему по линии их соприкосновения, когда используются, как общие внешние дренажи с запорными устройствами и крайние колодцы действующего модуля. При этом предложенные оросительно-дренажные системы позволяют подавать оросительную воду к дождевальным машинам кругового действия для автоматизированного полива сельскохозяйственных культур.

Abstract. The purpose of the research was to develop new technical solutions for irrigation and drainage systems to regulate the water regime of soils with the possibility of washing and cleaning from chemical clogging. To substantiate and develop the proposed design solutions, a search and analysis of designs proposed by various scientists, such as Gurbanov M.F., Salakhov F.S., Kovalenko V.P., Galkovsky V.F., Golubenko M.I., Kruzhilin I.P., Shchedrin V.N. and others, was conducted. The design method was used in the process of developing technical solutions. The existing drainage systems are often in poor technical condition due to siltation and chemical clogging, which necessitates the development of drainage systems that can automatically flush and clean chemical deposits, as well as allow for modular expansion of the occupied areas. The idea behind the proposed design solutions is to increase the efficiency and durability of the system by preventing siltation and chemical clogging of the drains, as well as to increase the reclaimed area. The proposed radial irrigation and drainage systems allow for the cleaning of drains from various contaminants, and the modular principle in the modular irrigation and drainage system additionally allows for the use of this system on areas of varying sizes. The developed systems can be automatically flushed to remove silt and chemically cleaned to remove chemical deposits. In a modular system, it is possible to use it in various areas when adding a module to an active module(s) along their line of contact, when used as common external drains with shut-off devices and the outermost wells of the active module(s). At the same time, the proposed irrigation and drainage systems allow for the supply of irrigation water to circular sprinklers for automated irrigation of agricultural crops.

Введение. Рассматривая оросительные системы с применением дренажа, которые в настоящее время эксплуатируются на мелиорируемых землях в РФ видим, что многие из них находятся в неудовлетворительном состоянии. Данное положение говорит о необходимости либо их капитального ремонта или реконструкции из-за того, что в процессе эксплуатации выявлены ошибочные технические решения, что говорит о необходимости применения новых технических решений [1–3]. Также согласно стратегии развития мелиорации планируется масштабное увеличение орошаемых площадей, что повлечет строительство новых более совершенных систем, а также проведение культуртехнических работ [4].

При этом при проектировании оросительно-дренажных систем необходимо учитывать один из основных моментов — это выбор типа дренажа в зависимости от различных условий, но наиболее рациональным, по мнению Е.Н. Иванова, является закрытый горизонтальный дренаж [5]. Одним из вопросов при проектировании дренажа является междреннее расстояние. По исследованиям И.Г. Карайева наиболее удовлетворительным расстоянием является 200 м [6, 7].

При эксплуатации закрытого горизонтального дренажа часто сталкиваются с процессами его заиливания, для устранения данного явления на землях с малыми уклонами приходится сильно заглублять элементы дренажной системы, что также приводит к негативным последствиям [8, 9]. Для устранения данных явлений предлагаются различные сифонно-вакуум-

ные дренажные системы. Основными элементами данных систем являются дренажная сеть, сооружения для сброса воды, а также для орошения применяют способ дождевания с применением различной дождевальной техники с возможностью использования слабоминерализованной грунтовой воды для орошения [10, 11].

Проведенный анализ дренажных сетей на орошаемых землях показал, что в современных реалиях необходимо при их модернизации учитывать возможность очистки дрен и коллекторов от различных загрязнений, автоматизации процессов очистки и орошения, а для применения на больших мелиорируемых участках применение модульности с возможностью увеличения площадей при необходимости [12, 13].

В связи с этим целью исследований определена разработка новых технических решений оросительно-дренажных систем для регулирования водного режима почв с возможностью промывки и очистки от химических засорений.

Материалы и методы. Объектом исследований являлись дренажные системы на орошаемых землях. Для обоснования и разработки предлагаемых конструктивных решений проводился поиск и анализ ранее применяемых конструкций дренажных сетей на практике, а также не принятые к практике, но предлагаемые различными учеными, такими как: М.Ф. Гурбанов, Ф.С. Салахов, В.П. Коваленко, П.В. Шведовский, В.Ф. Галковский, М.И. Голубенко, И.П. Кружилин, А.Г. Болотин, В.И. Генералов, В.Н. Щедрин, А.Л. Кожанов и др. В процессе анализа и разработки технических решений предложенных оросительно-дренажных систем применялись аналитический и логический методы, а также метод конструирования [12].

Результаты и обсуждение. Анализируя орошаемые зоны РФ, видим, что для поддержания нормального уровня грунтовых вод (УГВ) для возможности выращивания сельскохозяйственных культур, а также понижения УГВ при необходимости необходимо применять дренажные системы различных конструкций. Ранее построенные дренажные системы на орошаемых землях уже находятся зачастую в неисправном техническом состоянии из-за заиливания, химического засорения и для приведения в нормативное состояние требуется больших объемов очистки, что зачастую является трудоемкой задачей. Также на большинстве систем требуется проведение реконструкции, а на вновь вводимых орошаемых землях строительство.

Так, при проведении реконструкции или строительства необходимо предусматривать проектирование таких дренажных систем, которые могли бы в автоматическом режиме проводить промывки и очистку от химических отложений. А в сложившихся условиях хозяйствования, когда в хозяйствах происходит увеличение площади орошаемых участков, необходимо также предусматривать такие конструктивные решения, которые позволяли бы увеличивать площади оросительно-дренажных систем по принципу модульности.

Разработаны новые конструктивные решения оросительно-дренажных систем для регулирования водного режима почв с радиальными расположениями лучевых

дрен и закольцованными внешними дренами для возможности промывки и очистки, что может повысить эффективность работы дрен со временем, из-за отсутствия их механического или химического засорения. При этом в новых конструктивных решениях должны быть устранены и следующие недостатки существующих дренажных систем: невозможность подачи воды из других источников при недостатке ее в герметичных колодцах для промывки или подачи на орошение; близкое заложение дрен к поверхности земли, что ограничивает применение данной системы на площадях с высоким расположением минерализованных грунтовых вод и может приводить к вторичному засолению орошаемого массива; отсутствие возможности отвода дренажных вод самотеком, зависимости от поставки энергоресурсов для работы насосных станций, что может приводить переполнению центральных колодцев с подтоплением дрен-сифонов, что впоследствии может приводить к их заиливанию и дальнейшей потере работоспособности всей системы.

Техническим результатом в радиальной оросительно-дренажной системе с лучевыми и внешними дренами (рис. 1) является повышение эффективности и долговечности работы оросительно-дренажной системы за счет предотвращения заиливания дрен и упрощения их обслуживания.

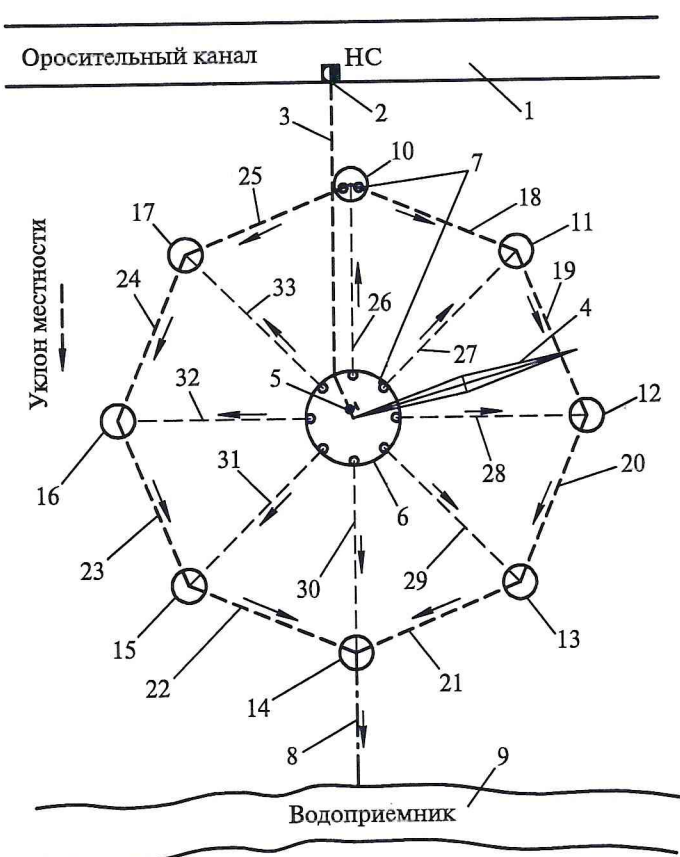


Рис. 1. Радиальная оросительно-дренажная система:

- 1 — оросительный канал; 2 — насосная станция;
- 3 — напорный трубопровод; 4 — дождевальная машина;
- 5 — гидрант-водовыпуск; 6 — центральный колодец;
- 7 — запорные устройства; 8 — сбросной трубопровод;
- 9 — водоприемник; 10–17 — крайние колодцы; 18–25 — внешние дрены; 26–33 — лучевые дрены; направления воды при промывке обозначены сплошными стрелками

Указанный технический результат достигается за счет устройства радиальной оросительно-дренажной системы, состоящей из оросительного канала, насосной станции, напорного трубопровода, снабженного гидрантом-водовыпуском, центрального колодца, лучевых и внешних дрен, соединенных посредством крайних колодцев, запорных устройств, сбросного трубопровода и водоприемника.

Конструкция радиальной оросительно-дренажной системы отличается тем, что основание центрального колодца расположено выше всех оснований крайних колодцев, от которого исходят истоки дрен, попадание воды в которые при промывке регулируются запорными устройствами, при этом наивысший крайний колодец снабжен двумя запорными устройствами для направления воды при промывке по часовой стрелке либо против, при этом лучевые дрены входят в крайние колодцы выше относительно расположения внешних дрен, причем центральная опора дождевальной машины кругового действия и центральный колодец оросительно-дренажной системы совмещены, и вода для промывки оросительно-дренажной системы подается по трубопроводу обслуживающего дождевальную машину через гидрант-водовыпуск.

Радиальная оросительно-дренажная система при режиме промывки работает следующим образом. Промывочная вода забирается из оросительного канала насосной станцией и подается по напорному трубопроводу через гидрант-водовыпуск в центральный колодец. При этом в центральном колодце открывается запорное устройство, расположенное на истоке лучевой дрены 27, по которой пропускается промывочная вода, впоследствии попадающая через крайний колодец 11 во внешнюю дрена 19, далее через внешние дрены 20, 21 и колодцы 12, 13, 14 и сбросной трубопровод попадает в водоприемник. Далее перекрывается запорное устройство на лучевой дрене 27 и открывается запорное устройство на лучевой дрене 28 и производится ее промывка аналогично предыдущему случаю. В заключение промывок лучевых дрен переходим к промывке лучевой дрены 26, при этом открывается одно из запорных устройств, расположенных в наивысшем крайнем колодце 10, направляя промывочную воду по часовой либо против часовой стрелки, тем самым дополнительно промывая внешние дрены 18, 19, 20, 21 или 25, 24, 23, 22 и сбрасывая промывочную воду в водоприемник через крайний колодец 14 и сбросной трубопровод. При этом отметка основания центрального колодца располагается выше отметок оснований всех крайних колодцев. Наивысшую отметку основания имеет колодец 10 среди крайних колодцев, а крайний колодец 14 наинизшую, внешние колодцы 11, 12, 13 и 15, 16, 17 имеют промежуточные значения отметок оснований колодцев, позволяющие иметь равномерный уклон внешних дрен: от верхнего к нижнему крайнему колодцу.

Предложенная радиальная оросительно-дренажная система может применяться на орошаемых землях различных по площади предпочтительно под дождевальными машинами кругового действия.

Задумкой предложенного конструктивного решения модульной оросительно-дренажной системы с лу-

чевыми и внешними дренами, имеющей струйный насос (рис. 2) является повышение эффективности и долговечности работы модульной оросительно-дренажной системы за счет предотвращения заиливания, химического засорения дрен, упрощения их обслуживания и возможности увеличения мелиорируемой площади за счет увеличения количества модулей, что является техническим результатом.

Указанный технический результат достигается за счет устройства модульной оросительно-дренажной системы, состоящей из оросительного канала, насосной станции, напорного трубопровода, сбросного коллектора, водоприемника и единичных модулей, включающих дождевальную машину кругового действия, гидранта-водовыпуска с быстросъемным соединением, гибкого трубопровода с быстросъемными соединениями, лучевых дрен с быстросъемным соединением, внешних дрен, крайних колодцев с запорной арматурой на внешних и лучевых дренах, центрального колодца и струйного насоса с быстросъемными соединениями.

Конструкция модульной оросительно-дренажной системы отличается тем, что каждый модуль выполнен в виде равноугольного шестиугольника (пчелиный сот), описывающего рабочую площадь дождевальной машины кругового действия, при добавлении модуля к действующему(им) модулю(ям), по линии их соприкосновения используются, как общие, внешние дрена с запорными устройствами и крайние колодцы действующего(их) модуля(ей). При очистке дрен от заиливания, подвод промывочной воды от гидранта-водовыпуска к истоку лучевой дрены осуществляется посредством гибкого трубопровода и быстросъемных соединений, при этом установленные в крайних колодцах запорные устройства на внешних дренах и устьях лучевых дрен служат для регулирования направления потока промывочной воды при удалении заиливания от центрального колодца до сбросного коллектора. При очистке дрен от химического засорения используется струйный насос, присоединяемый входным патрубком к гибкому трубопроводу и напорным патрубком к лучевой дрене посредством быстросъемных соединений, через всасывающий патрубок которого посредством армированного гибкого шланга забирается из транспортируемого резервуара требуемый химический состав для приготовления раствора, при этом установленные в крайних колодцах запорные устройства на внешних дренах и устьях лучевых дрен служат для проведения секторного заполнения раствором и выдерживания необходимого времени контакта с химическим засорением.

Модуль оросительно-дренажной системы включает элементы: дождевальную машину кругового действия, центральный колодец, лучевые дрена, внешние

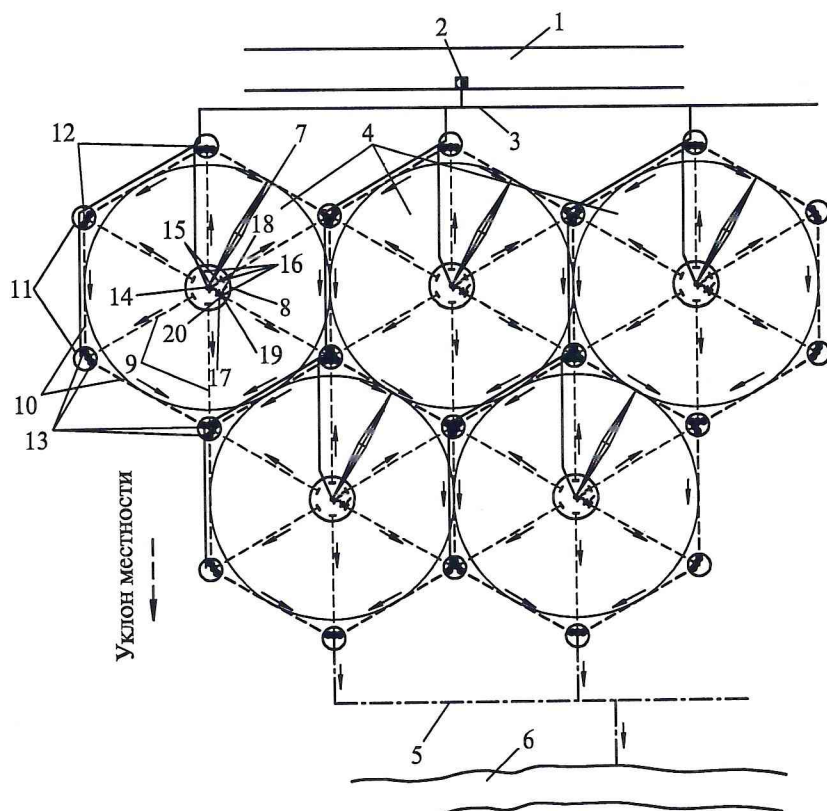


Рис. 2. Модульная оросительно-дренажная система:

1 — оросительный канал; 2 — насосная станция; 3 — напорный трубопровод; 4 — модули; 5 — сбросной коллектор; 6 — водоприемник; 7 — дождевальная машина кругового действия; 8 — центральный колодец; 9 — лучевые дрена; 10 — внешние дрена; 11 — крайние колодцы; 12 — запорные устройства на лучевых дренах; 13 — запорные устройства на внешних дренах; 14 — гидрант-водовыпуск с быстросъемным соединением; 15 — гибкий трубопровод с быстросъемными соединениями; 16 — истоки лучевых дрен с быстросъемными соединениями; 17 — струйный насос с быстросъемными соединениями; 18 — всасывающий патрубок с армированным гибким шлангом; 19 — напорный патрубок с быстросъемным соединением; 20 — входной патрубок с быстросъемным соединением; направление воды при отводе и промывке обозначены сплошными стрелками

дрены, крайние колодцы, запорные устройства на лучевых дренах, запорные устройства на внешних дренах. Центральный колодец (рис. 3) включает элементы: напорный трубопровод, дождевальную машину кругового действия, гидрант-водовыпуск с быстросъемным соединением, гибкий трубопровод с быстросъемными соединениями, истоки лучевых дрен с быстросъемными соединениями, струйный насос с быстросъемными соединениями, оснащенный всасывающим патрубком с армированным гибким шлангом, напорным патрубком с быстросъемным соединением и входным патрубком с быстросъемным соединением.

Модульная оросительно-дренажная система при режиме орошения работает следующим образом. Вода забирается из оросительного канала насосной станцией и подается по напорному трубопроводу в дождевальные машины кругового действия для подачи воды на орошаемые поля.

При режиме дренажа работает следующим образом. Дренажная вода из толщи грунта поступает в лучевые дрена и во внешние дрена, далее через сбросной коллектор отводится в водоприемник.

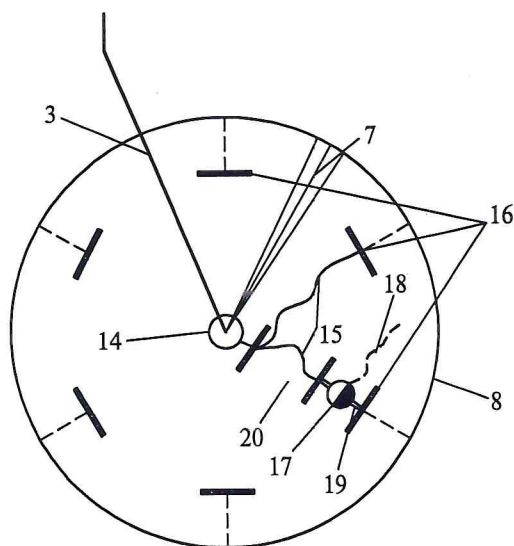


Рис. 3. Центральный колодец модульной оросительно-дренажной системы:

3 – напорный трубопровод; 7 – дождевальная машина кругового действия; 14 – гидрант-водовыпуск с быстросъемным соединением; 15 – гибкий трубопровод с быстросъемными соединениями; 16 – истоки лучевых дрен с быстросъемными соединениями; 17 – струйный насос с быстросъемными соединениями; 18 – всасывающий патрубок с армированным гибким шлангом; 19 – напорный патрубок с быстросъемным соединением; 20 – входной патрубок с быстросъемным соединением

Модульная оросительно-дренажная система при режиме промывки работает следующим образом. Промывочная вода забирается из оросительного канала насосной станцией подается по напорному трубопроводу при отключенной дождевальной машине, через гидрант-водовыпуск по гибкому трубопроводу, который подсоединяется к истоку лучевых дрен 16, которые (14, 15, 16) соединяются между собой посредством быстросъемных соединений и находятся в центральном колодце, вода, поступившая в лучевую дрену, производит ее промывку от заиливания, затем промывку внешних дрен лежащих по ходу движения промывочной воды, который (ход) регулируется запорными устройствами на лучевых дренах и на внешних дренах находящихся в крайних колодцах, далее через сбросной коллектор промывочная вода поступает в водоприемник.

Модульная оросительно-дренажная система при режиме борьбы с химическим засорением дренажных труб работает следующим образом. Вода забирается из оросительного канала насосной станцией подается по напорному трубопроводу, при отключенной дождевальной машине, через гидрант-водовыпуск по гибкому трубопроводу, подводится к входному патрубку струйного насоса, через всасывающий патрубок струйного насоса посредством армированного гибкого шланга забирается из транспортируемого резервуара требуемый химический состав для приготовления раствора путем смешивания жидкостей в струйном насосе, через напорный патрубок струйного насоса раствор передается в исток лучевой дрены, элементы 14, 15, 16, 17 соединяются между собой посредством быстросъемных соединений и находятся в центральном колодце, при этом

установленные в крайних колодцах запорные устройства на внешних дренах и устьях лучевых дрен служат для проведения посекторного заполнения раствором и выдерживания необходимого времени контакта с химическим засорением, по завершению контакта раствора с химическим засорением посредством запорных устройств на внешних дренах и устьях лучевых дрен, а также внешних дрен отработанный раствор направляется в сбросной коллектор и далее в водоприемник.

Предложенная модульная оросительно-дренажная система может применяться на любых мелиорируемых площадях за счет увеличения или уменьшения количества модулей предпочтительно под дождевальными машинами кругового действия.

Предложенные радиальные оросительно-дренажные системы позволяют проводить очистку дрен от различных загрязнений, а модульный принцип в модульной оросительно-дренажной системе дополнительно дает возможность применения данной системы на площадях разнообразных по площади за счет включения различного количества модулей по линии их соприкосновения.

Заключение. Разработанные радиальная оросительно-дренажная и модульная оросительно-дренажная системы, включающие лучевые и внешние дрена, соединенные запорными устройствами в колодцах для возможности автоматизированной промывки от заиливания, а также струйного насоса с необходимыми патрубками запорными устройствами и гибкого шланга, через который забирается из транспортируемого резервуара требуемый химический состав для приготовления раствора путем смешивания жидкостей в струйном насосе для дальнейшей очистки от химических отложений в модульной системе, позволяющей применяться на различных площадях при добавлении модуля к действующему(им) модулю(ям) по линии их соприкосновения, когда используются, как общие внешние дрена с запорными устройствами и крайние колодцы действующего(их) модуля(ей). При этом предложенные оросительно-дренажные системы позволяют подавать оросительную воду к дождевальным машинам кругового действия для автоматизированного полива сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щедрин В.Н., Васильев С.М. Концептуально-методологические принципы (основы) стратегии развития мелиорации как национального достояния России // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 1(33). С. 1–11. DOI 10.31774/2222-1816-2019-1-1–11. EDN YYTEEX.
2. Воеводин О.В. Современные направления исследований дренажных систем на орошаемых землях // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 3(91). С. 101–114. EDN SACYAT.
3. Кирейчева Л.В. Дренажные системы на орошаемых землях: прошлое, настоящее, будущее. М.: ВНИИГиМ, 1999. 202 с. EDN YJWJMJ.
4. Культуртехнические работы на мелиорируемых землях: науч. обзор / О.В. Воеводин, А.Л. Кожанов, В.В. Слабунов, С.Л. Жук Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ», 2012. 24 с. Деп. в ВИНТИ 04.07.12 № 291-B2012. EDN RLWGCL.
5. Иванова Е.Н., Орехова В.И. Оценка технической эффективности работы различных конструкций дренажа на орошаемых землях // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам 76-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2020 г., г. Краснодар, 10–30 марта 2021 г. Краснодар: КубГАУ, 2021. Ч. 1. С. 302–305. EDN EMWXPV.

6. Карайев И.Г. Осушительное действие дренажа на орошаемых землях // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2016. № 1(29). С. 26–29. EDN WYBVA.

7. Оганесов Р.Р., Сухарев Д.В. Строительство дренажа в зоне орошения // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: Сборник VII Всероссийской (национальной) науч. конф. с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2022 г. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос». 2022. С. 60–63. EDN NILIAF.

8. Гурбанов М.Ф. Вакуумная дренажная система радиального типа // Мелиорация и водное хозяйство. 2016. № 6. С. 47–49. EDN XHAUUJ.

9. Effects of Controlled Drainage on the Content Change and Migration of Moisture, Nutrients, and Salts in Soil and the Yield of Oilseed Sunflower in the Hetao Irrigation District / X. Dou, H. Shi, R. Li, Q. Miao, F. Tian, D. Yu, L. Zhou, B. Wang // Sustainability (Switzerland) 13 (17). 2021. DOI:10.3390/su13179835. www.scopus.com.

10. Салахов Ф.С. Система закрытого дренажа сифонного действия // Труды АЗНИИГиМ. Т. 2. Баку, 1974. С. 172–178.

11. Лебедев А.С. Обзор оросительных систем и способов орошения // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции — новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: Сборник научных докладов XXII Межд. науч.-практ. конф., Тамбов, 27–29 сентября 2023 г. Тамбов: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве». 2023. С. 88–93. EDN GMTMCI.

12. Кожанов А.Л., Воеводин О.В. Конструктивное решение ярусно-модульной польдерной системы двойного регулирования водного режима почв для затопляемых мелиорируемых земель // Мелиорация и водное хозяйство. 2022. № 6. С. 28–31. DOI 10.32962/0235-2524-2022-6-28-32. EDN MJEDYS.

13. Кожанов А.Л., Воеводин О.В. Модульная осушительно-увлажнительная польдерная система двойного регулирования водного режима почв // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1(69). С. 519–526. DOI 10.32786/2071-9485-2023-01-57. EDN CJXPJJ.

REFERENCES

1. Shchedrin V.N., Vasilyev S.M. Conceptual and methodological principles (foundations) of the strategy for the development of land reclamation as a national asset of Russia // Scientific journal of the Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems. 2019. No. 1(33). Pp. 1–11. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-1-1-11. EDN: YYTEEX.

2. Voevodin O.V. Modern directions of research of drainage systems on irrigated lands // Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2023. no. 3(91). Pp. 101–114. EDN: SACYAT.

3. Kireicheva L.V. Drainage systems on irrigated lands: past, present, and future. Moscow: VNIIGiM, 1999. 202 p. EDN: YIJWMI.

4. Voevodin O.V., Kozhanov A.L., Slabunov V.V., Zhuk S.L. Cultural engineering works on reclaimed lands: scientific review.

Novocherkassk: FGBNU «RosNIIPM», 2012. 24 p. Dep. in VINITI 04.07.12 № . 291-V2012. EDN: RLWGCL.

5. Ivanova E.N., Orekhova V. I. Assessment of the technical efficiency of various drainage structures on irrigated lands // Scientific Support for the Agro-Industrial Complex: Collection of articles based on the materials of the 76th Scientific and practical conference of students on the results of research in 2020, Krasnodar, March 10–30, 2021. Krasnodar: KubSAU, 2021. Part 1. Pp. 302–305. EDN: EMWXPV.

6. Karayev I.G. Draining effect of drainage on irrigated lands // Bulletin of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2016. No. 1(29). Pp. 26–29. EDN: WYBVA.

7. Oganessov R.R., Sukharev D.V. Construction of drainage in the irrigation zone // The Role of Agricultural Science in the Sustainable Development of Rural Areas: Proceedings of the 7th All-Russian (national) scientific conference with international participation, Novosibirsk, December 20, 2022. Novosibirsk: Zolotoy kolos publishing house. 2022. Pp. 60–63. EDN: NILIAF.

8. Gurbanov M.F. Vacuum drainage system of radial type // Land reclamation and water management. 2016. No. 6. Pp. 47–49. EDN: XHAUUJ.

9. Effects of Controlled Drainage on the Content Change and Migration of Moisture, Nutrients, and Salts in Soil and the Yield of Oilseed Sunflower in the Hetao Irrigation District / X. Dou, H. Shi, R. Li, Q. Miao, F. Tian, D. Yu, L. Zhou, B. Wang // Sustainability (Switzerland) 13 (17). 2021. DOI:10.3390/su13179835. www.scopus.com.

10. Salakhov F.S. Closed drainage system of siphon action // Proceedings of the AzNI-IGiM. Vol. 2. Baku, 1974. Pp. 172–178.

11. Lebedev A.S. Overview of Irrigation systems and methods of irrigation // Improving the efficiency of resource use in agricultural production — new technologies and equipment for the new generation of crop production and livestock farming: Collection of scientific reports of the XXII International scientific and practical conference, Tambov, september 27–29, 2023. Tambov: All-Russian Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture. 2023. Pp. 88–93. EDN: GMTMCI.

12. Kozhanov A.L., Voevodin O.V. Design solution of a tiered-modular polder system for dual regulation of soil water regime for flooded land reclamation // Melioration and Water Management. 2022. No. 6. Pp. 28–31. DOI: 10.32962/0235-2524-2022-6-28-32. EDN: MJEDYS.

13. Kozhanov A. L., Voevodin O.V. Modular drainage and humidification polder system for dual regulation of soil water regime // Izvestiya of the Nizhny Novgorod Agricultural University Complex: Science and Higher Professional Education. 2023. No. 1(69). Pp. 519–526. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-01-57. EDN: CJXPJJ.

Кожанов Антон Леонидович, канд. техн. наук, вед. научный сотрудник отдела нормативно-методического обеспечения, AntonKozhanov1983@yandex.ru; **Воеводин Олег Владимирович**, канд. с.-х. наук, вед. научный сотрудник отдела нормативно-методического обеспечения, vovteh@yandex.ru (Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, г. Новочеркасск, Россия).

УДК 631.6

DOI: 10.32962/0235-2524-2026-2-29-32

МЕТОД КАСКАДНОЙ ПОСАДКИ ВЛАГОЛЮБИВЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

Д.И. ШАЛАМОВ

Ключевые слова: мелиорация, каскадная посадка, влаголюбивые растения, фиторемедиация, биодренаж

Keywords: land reclamation, cascade planting, moisture-loving plants, phytoremediation, biodrainage

Аннотация. Разработана и апробирована методика каскадной посадки влаголюбивых растений (гиппум кипарисовый, тростник обыкновенный, ирис ложноаирисовый, розог узколистный) для создания биодренажа и биоремедиации мелиоративных каналов в условиях переувлажненных урбанизированных территорий с использованием почвенной смеси (минеральный грунт, щепка хвойных и лиственных пород деревьев, низинный торф).

Abstract. A method for cascading planting of moisture-loving plants (*Hippurus cypripedium*, *Phragmites communis*, *Iris pseudacorus*, and *Typha angustifolia*) was developed and tested to create biodrainage and bioremediation of drainage

canals in waterlogged urban areas using a soil mixture (mineral soil, coniferous and deciduous tree chips, and lowland peat).

Введение. Гидромелиоративные системы, включающие разветвленную сеть каналов, являются ключевым элементом устойчивого сельского и лесного хозяйства на переувлажненных землях. Однако эксплуатация этих каналов сопряжена с постоянным процессом их заиливания, зарастания сорной растительностью и механической деградации откосов, что приводит к снижению пропускной способности, ухудшению качества воды и росту затрат на дорогостоящие ремонт-