

тационном мониторинге водопроводящих сооружений / М. А. Бандурин // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 12, ч. 1. – С. 24–28.

11 Пат. 63816 Российская Федерация, МПК Е 02 В 13/00. Устройство для заделки стыкового соединения лотковых каналов / Волосухин В. А., Бандурин М. А., Бандурин В. А.; патентообладатель Новочеркас. гос. мелиоратив. акад. – № 2007103419/22; заявл. 29.01.2007; опубл. 10.06.2007. – Бюл. № 16.

12 Бандурин, М. А. Автоматизация мониторинга ливнеотводящих сооружений на водопроводящих каналах Ставропольского края / М. А. Бандурин, И. П. Бандурина // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс]. – 2015. – Т. 35, № 2, ч. 1. – С. 37. – Режим доступа: http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_24_bandurin.pdf_d8f4c65d4e.pdf.

13 Бандурин, М. А. Мониторинг сооружений водного хозяйства / М. А. Бандурин, В. А. Волосухин // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы / Правительство Рост. обл., М-во сел. хоз-ва и продовольствия, ФГБОУ ВПО «АЧГАА». – 2012. – С. 98–101.

14 Бандурин, М. А. Численное моделирование объемного противифльтрационного геотекстильного покрытия с изменяемой высотой ребра / М. А. Бандурин, В. А. Бандурин // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс]. – 2013. – Т. 27, № 4. – С. 46. – Режим доступа: http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_15A_bandurin.pdf_1911.pdf.

15 Бандурин, М. А. Методы моделирования напряженно-деформированного состояния для определения остаточного ресурса железобетонного консольного водосбора при различных граничных условиях / М. А. Бандурин, В. А. Бандурин // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс]. – 2013. – Т. 27, № 4. – С. 109. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2039>.

16 Волосухин, Я. В. Применение неразрушающих методов при проведении эксплуатационного мониторинга технического состояния каналов обводнительно-оросительных систем / Я. В. Волосухин, М. А. Бандурин // Мониторинг. Наука и безопасность. – 2012. – № 2. – С. 102–106.

17 Волосухин, Я. В. Проведение эксплуатационного мониторинга с применением неразрушающих методов контроля и автоматизация моделирования технического состояния гидротехнических сооружений / Я. В. Волосухин, М. А. Бандурин // Мониторинг. Наука и безопасность. – 2011. – № 3. – С. 88–93.

18 Бандурин, М. А. Совершенствование методов проведения эксплуатационного мониторинга и определения остаточного ресурса водопроводящих сооружений / М. А. Бандурин // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2013. – № 1(09). – С. 68–79. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec160-field6.pdf.

19 Yurchenko, I. F. Information support system designed for technical operation planning of reclamative facilities / I. F. Yurchenko // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2018. – Vol. 96, № 5. – P. 1253–1265.

20 Новые технологии проектирования, обоснования строительства, эксплуатации и управления мелиоративными системами / под ред. Л. В. Кирейчевой. – М.: ВНИИА, 2010. – 240 с.

УДК 631.674.6.001.63

А. А. Белоусов, А. С. Штанько

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ САМОНАПОРНЫХ КАПЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Цель исследования – разработка основных положений технологии проектирования самонапорных систем капельного орошения. Объекты исследования – самона-

порные капельные оросительные системы. Предмет исследования – основы разработки проектов самонапорных капельных систем. Результат исследования – структурная схема и технология (последовательность) разработки и принятия решений при проектировании самонапорных капельных систем орошения растений.

Ключевые слова: капельное орошение, самонапорные капельные оросительные системы, проектирование капельных оросительных систем, энергосбережение, конструктивно-компоновочные решения самонапорных систем капельного орошения.

A. A. Belousov, A. S. Shtanko

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

PECULIARITIES OF GRAVITY DRIP IRRIGATION SYSTEMS DESIGN TECHNOLOGY

The aim of the research is the basics layout of the design technology of gravity drip irrigation systems. The objects of the research are gravity drip irrigation systems. The subject of the research is the development basics for gravity drip irrigation systems projects. The result of the research is the structural scheme and technology (sequence) of development and decision-support in design of gravity drip irrigation systems of plants.

Key words: drip irrigation, gravity drip irrigation systems, drip irrigation systems design, energy saving, design layout arrangements of gravity drip irrigation systems.

Введение. К настоящему времени накоплен определенный опыт разработки проектов принудительно напорных капельных систем, энергетическое обеспечение функционирования которых реализуется посредством устройства в их составе насосно-силового оборудования. Работа насосных станций (насосов) обеспечивается электрической энергией, потребляемой из внешних источников ее образования – электрических сетей или автономных, преимущественно дизельных, электростанций. Внешнеэнергозависимость применяемых капельных оросительных систем при высокой и системно возрастающей стоимости электрической энергии существенно снижает их технико-экономические показатели [1–3].

Для нейтрализации указанного обстоятельства было предложено создавать внешнеэнергонезависимые («самоэнергодостаточные») полносамонапорные системы капельного орошения. Необходимая для функционирования технологического оборудования таких оросительных систем механическая энергия формируется в их энергообразующем узле за счет аккумуляирования в нем гидроэнергетического потенциала территории их размещения. Указанный гидроэнергетический потенциал формируется подаваемым в трубопроводную сеть системы расходом воды и напором водного потока, создаваемым при его движении от вышерасположенного водного объекта к нижерасположенному орошаемому участку. При наличии положительного (в направлении течения воды) перепада геодезических (высотных) отметок между уровнем воды в источнике орошения и поверхности земли на участке орошения в водотранспортирующих трубопроводах создается избыточное(ый) давление (напор). Указанная напорно-расходная составляющая водного потока представляет собой механическую энергию напорного течения водных масс, перемещающихся в трубопроводе, которая может быть использована в качестве энергетического двигателя в напорных капельных системах для функционирования входящего в их состав технологического оборудования.

В состав полносамонапорных капельных систем включают водозаборный узел, напорообразующий узел, блок водоподготовки, агрохимический узел, капельную оросительную сеть, размещаемые на склонах и (или) склоново-равнинной местности орошаемые участки и другую инфраструктуру (транспортные коммуникации, лесокустарниковые насаждения и др.) оросительных систем. Компоновочно-конструктивная схема такой системы приведена на рисунке 1.

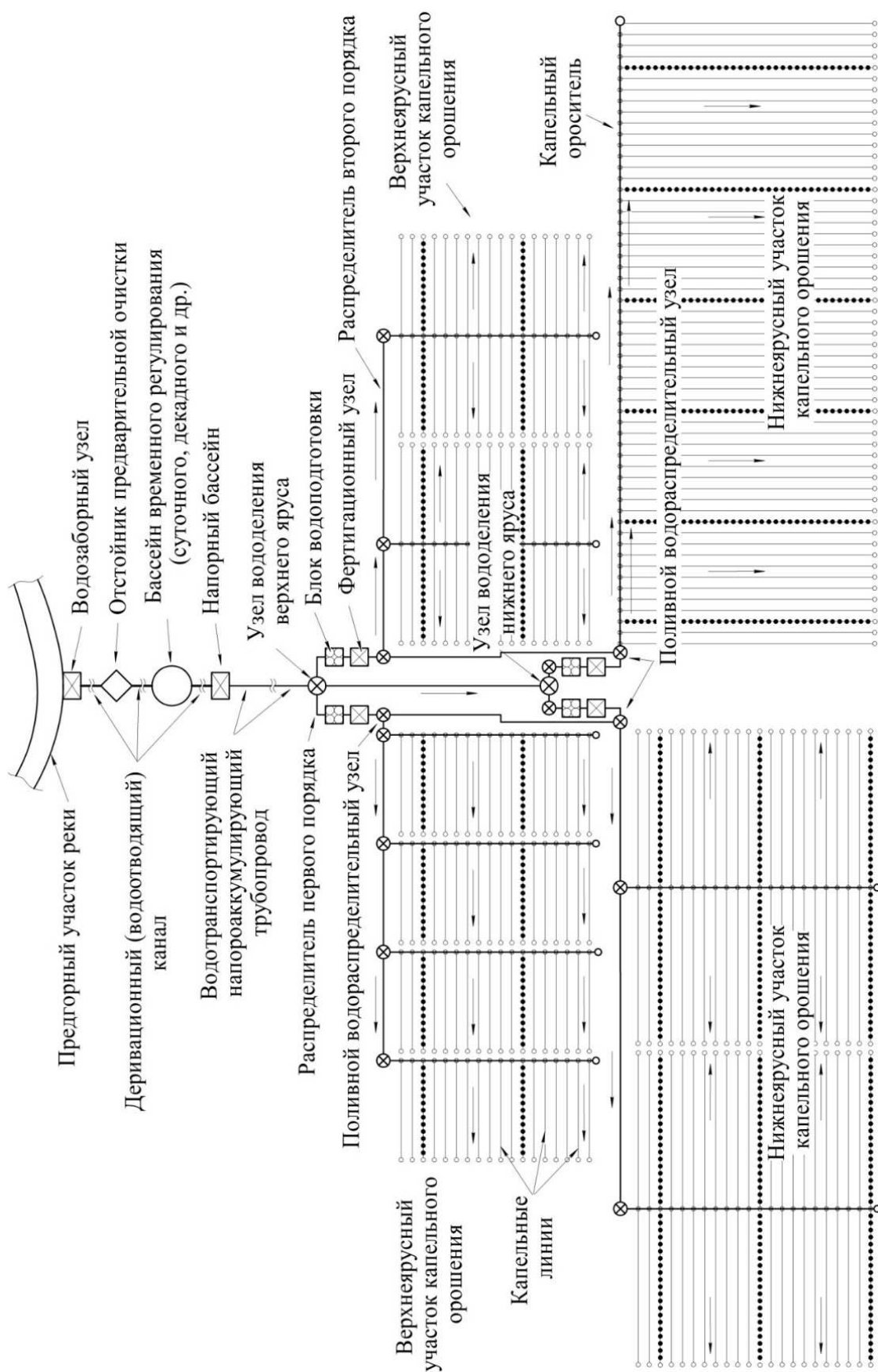


Рисунок 1 – Схема полнотранспортной системы капельного орошения

The diagram illustrates a multi-layered structure, likely a composite material or a biological tissue, with a flowchart on the left and a detailed cross-section on the right.

Flowchart (Left):

- Nodes:
 - 1: ИО (Initial Object)
 - 2: ВУ (Upper Unit)
 - 3: БПО (Boundary Point of Object)
 - 4: НУ (Neutral Unit)
 - 5: БФО (Boundary Point of Field)
 - 6: А/ХБ (Action/Reaction Boundary)
 - 7: УВ/П (Upper Boundary/Point)
- Connections:
 - 1 to 2 (upward arrow)
 - 2 to 3 (downward arrow)
 - 3 to 4 (downward arrow)
 - 4 to 5 (upward arrow)
 - 5 to 6 (upward arrow)
 - 6 to 7 (upward arrow)
 - 7 to 8 (downward arrow)
 - 8 to 9 (downward arrow)

Cross-section (Right):

- Structure: A rectangular block divided into four horizontal layers by dashed lines.
- Layers:
 - Top layer: Labeled 12, showing a dense grid of dots with vertical arrows pointing down.
 - Second layer: Labeled 13, showing a dense grid of dots with vertical arrows pointing down.
 - Third layer: Labeled 10, showing a dense grid of dots with vertical arrows pointing up.
 - Bottom layer: Labeled 11, showing a dense grid of dots with vertical arrows pointing up.
- Boundaries:
 - Top boundary: Labeled 14, showing a row of small circles.
 - Bottom boundary: Labeled 9, showing a row of small circles.
 - Left boundary: Labeled 9, showing a row of small circles.
 - Right boundary: Labeled 10, showing a row of small circles.
- Internal Features:
 - Vertical arrows within each layer indicate the direction of flow or movement.
 - Small circles at the boundaries represent discrete points or particles.

- Рисунок 2 – Структурно-компоновочная схема размещения технологического оборудования и основных компонентов в самонапорной системе капельного орошения**

Материалы и методы. За основу при подготовке рекомендаций по технологии разработки проектных решений самотечных систем капельного орошения приняты известные подходы к разработке принудительно («искусственно») напорных капельных систем, адаптированные к условиям предлагаемых систем. При разработке технологии проектирования учтены и уточнены положения и подходы к разработке сложных природно-техногенных комплексов, к которым относятся самонапорные системы капельного орошения растений.

В соответствии с приведенной на рисунке 3 блок-схемой, при разработке компоновочно-конструктивного решения самонапорной системы капельного орошения предлагается следовать предложенной методологии – системе взаимосвязанных методик и рекомендаций по решению отдельных задач ее проектирования, последовательность (технология) и результаты решения которых (по отдельным блокам схемы) рассмотрены ниже.



Рисунок 3 – Блок-схема технологии разработки и выбора компоновочно-конструктивных решений самонапорной системы капельного орошения

Блок А. На начальном этапе разработки проекта самонапорной системы проводится комплекс исследовательских работ для обоснования необходимости и возможности создания капельно орошаемых участков на определенной территории исходя из социально-экономической потребности в них. Одновременно по материалам топографических, почвенных, гидрологических, геологических, гидрогеологических, фенологических и экологических изысканий осуществляется оценка водно-земельных условий территорий на предмет наличия соответствующих земельных и водных ресурсов для устройства самонапорной капельной системы. В обязательном порядке устанавливается наличие земель, пригодных для капельного орошения, и наличие водного источника, обеспечивающего водопотребность капельно орошаемых угодий (посевов, посадок) или насаждений. По материалам топографической съемки (по топографическому плану) устанавливается наличие на территории необходимых для функционирования самонапорной капельной системы перепадов отметок местности (в пределах 10–40 м) между уровнем воды в водоисточнике и поверхностью земли на орошаемом(ых) участке(ах). При соответствии водно-напорного (напорно-энергетического) потенциала территории необходимым для создания самонапорных систем капельного орошения требованиям (условиям) определяется потенциальная (по наличию и потребности) площадь орошаемого(ых) участка(ов). С применением известных методик и рекомендаций определяются необходимый(ая) для культивирования определенных видов растений объем водопотребления (оросительная норма) на 1 гектар и на общую площадь капельно орошаемых угодий или насаждений. Устанавливаются границы орошаемых участков и их расположение на предполагаемой для создания системы местности. Гидрологическими расчетами устанавливается оросительная возможность источника капельного орошения, а воднобалансовыми – наличие соответствия между водопотребностью орошения и возможностями водного источника для ее покрытия. При дефиците водных ресурсов в источнике орошения принимается решение о реальной (соответствующей водообес-

печенности) подвешиваемой к водосточнику площади орошения или составу возделываемых (поливаемых) культур. В результате анализа материалов комплексных изысканий дается оценка водно-земельных и напорно-гидроэнергетических условий рассматриваемой территории на предмет наличия или отсутствия на ней возможности устройства самонапорной капельной системы орошения.

Блок Б. Определившись с вопросом возможности устройства самонапорной капельной системы (по позициям блока А), приступают к решению задачи по разработке нескольких конкурирующих вариантов компоновочно-конструктивных схем орошаемых массивов и предварительной компоновке оросительной сети. При этом рассматриваются вопросы разбивки земельных массивов на отдельные орошаемые участки, выделения отдельных полей в севообороте, определяются с размещением культур на полях, предварительно намечаются варианты устройства поливной сети на полях севооборота и отдельных орошаемых участках, рассматриваются схемы организации поливов, осуществляется предварительный отбор вида капельных линий (трубок или лент) и капельниц, предварительно устанавливаются нормы полива на микроводовыпуск, капельную линию и орошаемый участок или одновременно поливаемые поля, предварительно устанавливается необходимый секундный расход воды и объем водоподачи на орошаемый участок или несколько одновременно поливаемых участков.

Блок В. По материалам топографических, геологических, гидрологических и гидрогеологических исследований намечаются варианты расположения и конструктивно-компоновочные схемы устройства водозабора в самонапорную систему капельного орошения. При этом ориентируются на данные расчетов (по блоку Б) в части потребного секундного расхода водоподачи. С учетом водно-ресурсных возможностей водосточника рассматриваются варианты резервирования определенных объемов изымаемой из источника орошения воды в бассейнах суточного (2–3 сут) и более суточного (недельного или 10-суточного) регулирования с устройством соответствующих сооружений. По результатам гидрологических, гидрохимических и микробиологических исследований принимается решение о необходимости и целесообразности предварительной обработки воды в отстойниках и бассейнах, устраиваемых в составе водозаборного узла. Наряду с разработкой водозаборного узла сооружений рассматриваются вопросы по компоновочно-конструктивному решению напорааккумулирующего блока сооружений: размещению и определению параметров напорного бассейна (аванкамеры), выбору трассы и общеконструктивного решения напорааккумулирующего водовода, расположению водовыпусков из водопитающего напорааккумулирующего трубопровода в водоводы оросительной сети участков капельного орошения растений.

Блок Г. На основе разработок по блокам А, Б и В принимаются решения и разрабатываются конкурирующие варианты компоновочно-конструктивных решений (схем) размещения, устройства и комплектации технологического оборудования по подготовке воды, поливных и промывных растворов. При этом рассматриваются варианты устройства централизованного (единого для всей системы) блока водоподготовки и агрохимического блока и рассредоточенных (участковых) блоков в зависимости от расположения и площади участков орошения и условий размещения и обслуживания технологического оборудования. Состав оборудования определяется качеством (химическим, физическим и микробиологическим составом) изымаемой из водного источника воды, а его параметры устанавливаются с учетом напорно-расходных характеристик обслуживаемых орошаемых участков или капельной оросительной системы в целом.

Блок Д. Результаты разработок по предшествующим блокам позволяют наметить 2–3 конкурирующих варианта компоновочно-конструктивных решений самонапорных систем капельного орошения для их последующего рассмотрения, анализа и оценки. По результатам комплексной оценки выбирается один из вариантов (или комбинация из ряда рассмотренных) для последующего проектирования.

Блоки E_1 , E_2 и E_3 . На стадии проектирования реализуются специальные задачи по блокам E_1 , E_2 и E_3 . При этом обеспечивается окончательная взаимная увязка параметров системы по компоновочно-конструктивным решениям отдельных элементов (узлов и блоков), оценивается экономическая и продукционная эффективность создания и использования самонапорной системы капельного орошения.

Выводы

1 Конструктивно-компоновочные решения самонапорных систем капельного орошения по условиям их расположения и составу их технических узлов, блоков и элементов отличаются от традиционно применяемых принудительно напорных капельных систем. Указанное обстоятельство требует определенных изменений, дополнений и уточнений технологии их проектирования, разработки и принятия решений по их компоновочно-конструктивному исполнению.

2 Предложенная блок-схема проведения проектных операций учитывает известный опыт разработки проектов принудительно напорных капельных систем и включает ряд особенностей, свойственных проектированию полносамонапорных систем капельного орошения растений.

Список использованных источников

1 Оросительные системы России: от поколения к поколению. В 2 ч. Ч. 2 / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – 307 с.

2 Васильев, С. М. Механические средства капельного орошения: учеб. пособие / С. М. Васильев, Т. В. Коржова, В. Н. Шкура. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 197 с.

3 Шкура, В. Н. Капельное орошение яблони / В. Н. Шкура, Д. Л. Обумахов, А. Н. Рыжаков; под ред. В. Н. Шкуры. – Новочеркасск: Лик, 2014. – 310 с.

УДК 626.821.3:531.7

А. Е. Шепелев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОРОСИТЕЛЬНОГО КАНАЛА ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

В статье раскрыт вопрос возможности произведения расчета геометрических параметров оросительного канала трапецеидального сечения. Уравнения для расчета геометрических параметров оросительного канала трапецеидального сечения представлены в расчетных формулах. Расчет геометрических параметров оросительного канала включает в себя определение ширины канала по верху, живого сечения канала, гидравлического радиуса канала, средней ширины оросительного канала, площади сечения канала, удельной энергии сечения канала, критической глубины потока и назначение уклона оросительного канала. Расчет геометрических параметров оросительных каналов трапецеидального сечения позволит осуществить выбор типоразмеров, основных параметров сечения при проектировании линейных сооружений оросительной системы (оросительных каналов), а также сформирует понимание выбора параметров канала специалистами при проектировании оросительных каналов трапецеидального сечения.

Ключевые слова: расчет, уравнение, ширина, глубина, оросительный канал, сечение.

A. E. Shepelev

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation