

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Департамент мелиорации

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации

**С. М. Васильев, Т. В. Коржова, В. Н. Шкура**

# **ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ**

Учебное пособие

Новочеркасск  
РосНИИПМ  
2017

УДК 631.347(075.8)

ББК 40.62

В191

### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Ольгаренко В. И. – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Заслуженный деятель науки РФ;

Сенчуков Г. А. – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный мелиоратор РФ.

#### **Васильев С. М.**

В191        Технические средства капельного орошения: учебное пособие / С. М. Васильев, Т. В. Коржова, В. Н. Шкура. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2017. – 200 с.

ISBN 978-5-9909633-0-6

Приведены основные термины, историческая справка, условия применения, достоинства и недостатки капельного орошения. Дано описание конструктивно-компоновочных решений водозаборов, узлов и элементов подготовки поливной воды и поливных растворов для капельного полива. Описаны конструкции капельниц, капельных трубок и лент и зависимости по расчёту их технологических характеристик. Представлены сведения по трубопроводной сети и даны предложения по компоновке оросительной сети и систем капельного орошения.

Учебное пособие предназначено для магистрантов по направлению подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» и аспирантов по направлению подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство».

Ключевые слова: капельное орошение, водозаборы, водоподготовка, капельницы, капельные трубки, капельные ленты, капельная система.

УДК 631.347(075.8)

ББК 40.62

ISBN 978-5-9909633-0-6

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ .....	7
1.1 Основные термины и определения.....	7
1.2 Историческая справка .....	10
1.3 Условия применения, достоинства и недостатки .....	13
1.3.1 Условия применения капельного орошения .....	13
1.3.2 Достоинства капельного орошения .....	14
1.3.3 Недостатки капельного орошения.....	17
1.4 Существо технологии капельного орошения. Исходные положения капельной технологии полива .....	19
Заключение по главе .....	26
2 ВОДОЗАБОР И ВОДОПОДГОТОВКА .....	27
2.1 Требования к поливной воде, используемой в системах капельного орошения .....	27
2.2 Водозаборные узлы .....	30
2.3 Устройства предварительной обработки воды .....	34
2.4 Средства физической очистки поливной воды.....	35
2.5 Устройства предварительной физической очистки воды .....	39
2.6 Фильтры тонкой очистки для сетей капельного орошения .....	42
2.7 Агрохимический блок системы капельного орошения .....	48
Заключение по главе .....	52
3 КАПЕЛЬНИЦЫ, ПОЛИВНЫЕ ТРУБКИ И ЛЕНТЫ .....	53
3.1 Поливные капельницы .....	53
3.1.1 Общие сведения о капельницах.....	53
3.1.2 Классификация капельниц.....	57
3.1.3 Примеры конструкций поливных капельниц .....	65
3.1.4 Расходные характеристики некомпенсированных капельниц ..	78
3.2 Капельные трубки .....	81
3.2.1 Общие сведения о капельных трубках .....	81
3.2.2 Примеры конструкций капельных трубок .....	82
3.2.3 Предельная протяжённость капельных трубок .....	87
3.2.4 Влияние продольного уклона поверхности угодья на предельную протяжённость капельных трубок .....	93
3.3 Капельные ленты.....	96
3.3.1 Общие сведения о капельных лентах .....	96
3.3.2 Конструктивные решения капельных лент .....	98
3.3.3 Предельная длина капельных лент .....	102
Заключение по главе .....	104
4 ТРУБОПРОВОДНАЯ СЕТЬ .....	105
4.1 Общие сведения.....	105
4.2 Трубы для капельных сетей.....	106
4.3 Трубопроводная арматура .....	114

4.4 Средства контроля, измерений и автоматизации процессов в системах капельного орошения.....	123
4.5 Трубопроводная оросительная сеть .....	126
4.6 Участковые и поливные модули.....	129
4.7 Поливная трубопроводная сеть капельных систем .....	136
5 СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ .....	143
5.1 Общие сведения о системах капельного орошения.....	143
5.2 Компонувочно-конструктивныи решения устройства технологических средств в системах капельного орошения .....	144
5.3 Компонувочно-конструктивныи решения оросительной сети систем капельного орошения.....	161
5.4 Мини(нано) площадные системы капельного полива растений... ..	170
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	188
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	190

## ВВЕДЕНИЕ

Со второй половины XX столетия в практику оросительных мелиораций широко и во всё возрастающих объёмах внедряется технология капельного орошения, которая в настоящее время определена в качестве перспективного и высокоэффективного способа искусственного увлажнения посевов и посадок сельскохозяйственных, декоративных и средозащитных растений.

Технологию капельного полива отличает рациональность и эффективность в использовании земли, почвы, воды, агрохимических препаратов, удобрений, энергии и труда, экологичность и экономичность реализации технологических процессов при высоком уровне автоматизации полива.

Капельное орошение относится к технологии малообъёмного и локального полива растений, принципиально отличающейся от макрообъёмных (по водоподаче) технологий чекового, полосового, бороздового и дождевого орошения, и предусматривает медленную («покапельную») и продолжительную (во времени) подачу поливной воды или поливного раствора в строго определённую корнеобитаемую зону почвенного пространства (ризосферы) [100].

В процессе развития этой технологии полива совершенствовались технические средства, оборудование и системы её реализации, но принцип капельной («покапельной») подачи поливной воды в строго определённую локальную зону ризосферы растений оставался неизменным и соответствующим изначально предложенному и общепринятому.

Успешная реализация указанного принципа локального и малообъёмного полива растений радикально изменила представления и подходы специалистов – агро- и гидромелиораторов к формированию и функционированию естественно функционирующего комплекса «растение – почва и вода» (от периодического (запасного) влагонасыщения всей (потенциально возможной) области питания растений к строго дозированному и своевременному (по водопотребности) увлажнению определённой части ризосферы).

Очевидные достоинства этого подхода и технологии привели к широкому использованию систем капельного орошения, разработанных для широкого спектра природных (климатических, почвенных, геоморфологических и фенологических) условий их применения: в питомниках и древесно-кустарниковых насаждениях плодово-ягодных и чайных плантациях; для полива горшечных и контейнерных растений; ряда сельскохозяйственных культур, возделываемых в условиях «открытого» и «закрытого» («защищённого») грунта (в теплицах, парниках и оранжереях); посевов и посадок с разнообразным набором растений, культивируемых на крупных земельных массивах и на малоплощадных, мелкоконтурных и сложнорельефных участках.

Приоритет в разработке технологии капельного орошения принадлежит Симха Блассу (Израиль). Среди известных работ отечественных специалистов в области капельного орошения отметим публикации: Г. Н. Аврамова, С. В. Ярошенко, Г. И. Томашек, А. Д. Ахмедова, Т. В. Беляевой, Е. П. Боро-

вого, В. В. Бородычёва, Н. И. Вдовина, Е. А. Вейсмана, В. И. Водяницкого, М. К. Гаджиева, Г. Г. Галифанова, М. С. Григорова, В. А. Денисова, Н. Н. Дубенка, М. Г. Журба, Д. О. Завадского, В. В. Изюмова, С. П. Ильина, А. Т. Каленникова, Е. В. Кузнецова, И. К. Кулинич, А. С. Овчинникова, А. М. Олейник, В. Н. Олексич, Г. В. Ольгаренко, И. П. Орёл, М. И. Ромащенко, Н. И. Рычкова, Д. М. Сандигурского, Д. П. Семаш, Ю. А. Скобельцина, В. И. Торбовского, А. А. Федорец, И. С. Флюрце, М. Ю. Храброва, А. А. Шевченко, Г. Ю. Шейкина, А. В. Шуравилина, О. Е. Ясониди и ряда других отечественных специалистов [2, 4–6, 9, 10, 12, 14, 15, 17, 23–25, 34–36, 38–40, 43–45, 48, 49, 91–99, 101, 102, 110, 112, 114, 115, 136, 137, 140–152].

Несмотря на всё возрастающий объём сведений в области капельного орошения, практики-пользователи, а также студенты, магистранты и аспиранты, изучающие и исследующие проблемы капельного полива растений, испытывают определённые затруднения в информационном обеспечении. Известные публикации и рекламные издания преимущественно освещают определённые, относительно узкие (специализированные или рекламные), сведения по отдельным аспектам проблемы капельного орошения растений. Указанное обстоятельство побудило авторов к подготовке учебного пособия по средствам и системам капельного орошения.

Учитывая запланированное издание серии учебных пособий по проблематике капельного полива растений, в первое из них включены разделы по: общим вопросам этой темы; описанию средств, обеспечивающих забор воды из водного источника в систему капельного орошения и подготовку поливной воды для последующей подачи в оросительную сеть; освещению сведений по конструктивным решениям и параметрам капельниц, капельных трубок и лент; представлению необходимой для студентов, магистрантов и аспирантов информации по трубопроводной сети капельных систем; компоновочно-конструктивным решениям систем капельного орошения.

В каждой главе учебного пособия в систематизированном порядке приведены сведения из известных источников информации, сформулированы обобщения и заключения, даны авторские расчётные зависимости по определению необходимых пользователю параметров различных элементов капельных оросительных систем (по производительности капельниц, потерям напора в трубопроводах и др.), предложены компоновочные решения оросительных (участковых) и поливных модулей орошаемых участков, даны схемы компоновок и комплектов инженерно-технологического оборудования для крупных, средних и малых систем капельного орошения растений.

Включенные в учебное пособие вопросы позволяют пользователю получить необходимую, наиболее общую, информацию только по средствам (оборудованию) и системам капельного орошения. Вопросы использования этих средств, проектирования, строительства и эксплуатации капельных систем вынесены в последующие издания издаваемой серии учебных пособий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные масштабы применения оросительных мелиораций при возделывании сельскохозяйственных культур в аридных природно-климатических зонах предусматривает всё большее потребление водных ресурсов. При уже имеющемся дефиците пресной воды возможность применения макрообъёмных технологий орошения становится проблематичным. Противоречие между потребностями гидромелиораций и возможностями их покрытия имеющимися водными ресурсами привело к необходимости поиска, разработки и применения водосберегающих технологий полива. К одной из эффективных маловодоёмких технологий относят капельное орошение.

Капельная («покапельная») технология полива радикально изменила отношение гидромелиораторов-орошенцев к единой и взаимодействующей триаде – «растение – почва – вода». От ранее применявшихся технологий сплошного и макрообъёмного увлажнения угодий и всей потенциально возможной площади питания – к точечной (локальной) подаче поливной воды или поливного раствора в нужное для растений место и время (от «грузных» поливных норм (с подачей воды «прозапас») – к микродозам и обеспечению водоподачи «с колёс» в соответствии с потребностью растений во влаге). С появлением технологии капельвания возникло более «умное» и более «точное» орошение в сравнении с дождеванием и другими технологиями полива.

1. Капельный способ полива растений относят к ресурсосберегающим, экономически эффективным и экологически обоснованным и всё более широко применяемым способом орошения. За относительно короткий период средства и системы капельного полива развились от примитивных перфорированных металлических труб до современных, конструктивно и технологически сложных автоматизированных систем капельного орошения.

2. Современные средства и системы капельного орошения разработаны для широкого спектра условий их применения и адаптированные к использованию в различных природных зонах на угодьях и насаждениях, культивируемых практически на всех типах почвенного покрова, в различных геоморфологических и фенологических условиях, в открытом и защищённом (закрытом) грунте, на крупных земельных массивах и микроплощадных участках, на неудобьях, в огородах, садах, питомниках, теплицах и парках.

3. В наиболее общем случае, системы капельного орошения как природно-техногенный комплекс (ПТК), включают природную и техногенные составляющие. Природная компонента представлена локальным источником орошения или его прилегающей к водозабору частью, орошаемым участком земли (угодья или насаждения), фитозащитными полосами. Инженерная (техническая) составляющая ПТК включает: водозаборный узел (насосную станцию и другие сооружения и устройства, обеспечивающие забор воды из водного источника); узел водоподготовки с широким набором составляющих его элементов (отстойников); резервуары первичной химической обработки воды; устройства грубой и тонкой физической очистки воды от твёрдых

примесей – взвесей (фильтровальные станции); агрохимический блок (обеспечивающий подготовку и подачу в оросительную сеть растворённых в поливной воде удобрительных, дезинфицирующих и других агрохимических препаратов); оросительную сеть, включающую магистральный водовод, распределительные трубопроводы и капельные линии с набором соединительной, запорно-регулирующей и контрольно-измерительной аппаратурой; дорожную сеть и другие средства и сооружения, обеспечивающие функционирование и эксплуатацию капельной оросительной сети.

4. Капельные системы надёжно функционируют при подаче в оросительную сеть поливной воды с высокой степенью её очистки от химических, физических и биологических засорителей. К настоящему времени разработан широкий спектр устройств и оборудования для очистки и подготовки воды к поливу, включая отстойники, песчано-гравийные, сетчатые, дисковые и другие фильтры, блоки подготовки фертигационных и дезинфицирующих растворов, конструктивно-компоновочные решения которых рассмотрены во второй главе. Набор комплектов и параметров оборудования определяется качеством изымаемой из водного источника воды и объёмом водоподдачи.

5. Основным рабочим элементом капельного полива являются капельные («точечные») микроводовыпуски – капельницы, обеспечивающие дозированную подачу поливной воды (поливного раствора) в определённую зону корневого питания растений в виде отдельных капель или сочащихся микроструй. К настоящему времени разработано и индустриально выпускается значительное количество разнообразных конструкций капельниц с широким спектром производительности для разнообразных условий их (надземного, наземного и подземного) расположения и функционирования. Современные конструкции капельниц устраиваются совместно с капельными водоводами – капельными трубками и лентами, данные по которым приведены в третьей главе работы. Информация по капельным микроводовыпускам, приведённая в третьей главе, позволяет не только получить представление по современным конструкциям капельниц, но и выбрать соответствующую условиям капельления конструкцию микроводовыпуска, капельной трубки или ленты.

6. Связующим элементом капельных оросительных систем являются трубопроводы различного назначения, обеспечивающие транспортирование поливной воды от источника орошения до капельных микроводовыпусков. В четвёртой главе приведена обстоятельная информация по трубопроводным сетям и сетевой трубопроводной арматуре, обеспечивающей функционирование техногенной компоненты капельной оросительной системы.

7. Капельные системы обеспечивают высокое качество полива при соответствующих условиях укладки размещения оросительных сетей, соответствующем подборе и компоновочно-конструктивном решении обеспечивающих их функционирование оборудования. Сведения о компоновке инженерных элементов макро- и микроплощадных систем капельного полива, приведённые в пятой главе, позволяют получить представление по устройству элементов систем в единый функциональный комплекс.

*Учебное издание*

**Васильев** Сергей Михайлович  
**Коржова** Татьяна Викторовна  
**Шкура** Виктор Николаевич

# **ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ**

Учебное пособие

Подписано в печать 17.01.2017. Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 11,62. Тираж 500 экз. Заказ № 14

ФГБНУ «РосНИИПМ»  
346421, Ростовская область, г. Новочеркасск,  
Баклановский проспект, 190

Отпечатано с готового оригинал-макета  
ИП Белоусов А.Ю.  
346421, Ростовская область, г. Новочеркасск,  
Баклановский проспект, 190 «Е»