

**УДК 631.3: 631.674**

**АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМ И СПОСОБОВ УКЛАДКИ  
УВЛАЖНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ  
ПЛОДОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

**ХАЙДЕР РААД НАДИМ АЛЬ-ХАЗААЛИ, аспирант\***,

**В. П. КОВБАСА, доктор технических наук, профессор,**

***Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины***

*E-mail: raad77@mail.ru, KovbasaV@ukr.net*

***Аннотация.** В статье проанализированы конструкции систем и способы укладки увлажнителей для внутрипочвенного орошения многолетних плодовых насаждений. Сделан вывод о необходимости разработки наиболее перспективного (бестранишейного) способа укладки трубопроводов совместно с противοфилтpационным экраном.*

***Ключевые слова:** плодовые насаждения, внутрипочвенное орошение, трубопровод, увлажнитель, противοфилтpационный экран*

**Актуальность.** Эффективность орошения садов зависит не только от соблюдения рационального поливного режима, но и от способа и техники проведения полива.

Существенным недостатком, тормозящим внедрение внутрипочвенного орошения в производство, является слабая практическая и теоретическая разработка его приемов, отсутствие широкой экспериментальной проверки этого способа полива.

Современные способы и техника полива должны обеспечивать создание оптимальных условий для выращивания плодовых культур; способствовать сохранению структуры почвы; проведению поливов с минимальным расходом оросительной воды на единицу площади; получению высоких урожаев с хорошим качеством плодов; препятствовать возникновению водной эрозии; механизировать и автоматизировать процесс полива; регулировать в определенном диапазоне водный, питательный и воздушный режимы почвы и

---

\* Научный руководитель – доктор технических наук, профессор В. П. Ковбаса

растений; повышать степень надежности и коэффициент полезного действия оросительных систем; уменьшать энергетические затраты [1].

**Цель исследования** – проведение анализа существующих конструкций систем для внутрпочвенного орошения для дальнейших исследований, направленных на уменьшение стоимости этих систем и увеличение их экономической эффективности путем совершенствования существующих конструкций систем внутрпочвенного орошения и методов расчета режима полива, а также конструкций машин для прокладки оросительных систем.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Основным конструктивным элементом, определяющим особенности системы подпочвенного (внутрпочвенного) орошения, – увлажнители, конструкция и материал которых могут влиять на характер и распределение воды и увлажнения почвы.

Увлажнители распределяют поливную воду, удобрения, воздух и тепло по площади орошения. От конструкции внутрпочвенных увлажнителей зависит надежность работы оросительной системы, характер увлажнения почвы и размер затрат на строительство. По способу устройства внутрпочвенных увлажнителей различают *внутрпочвенное орошение по трубам*, выполненным из различных материалов (керамические и пластмассовые трубы, пустотелый кирпич, черепица, доски и т.п.) и по, так называемым, *кротовинам*, нарезка которых осуществляется специальными механизмами, путем выдавливания в почве цилиндрической или иной формы полости [2].

Наибольшее производственное применение нашли трубчатые системы внутрпочвенного орошения. Испытано множество различных видов труб – это гончарные и керамические с выходом воды в стыках, пластмассовые трубы, через отверстия, щели в стенках труб, бетонные, песчано-битумные, из толя и другие.

Использование гончарных трубок позволяет выполнять увлажнители длиной до 300 м при оптимальных уклонах 0,001...0,0005. Величина напора в голове увлажнителя не должна превышать глубину укладки последнего более чем на 0,1...0,15 м.

Учитывая значительную трудоемкость при укладке увлажнителей, большие потери воды на фильтрацию, гончарные трубки укладываются стык к стыку на желоб из полиэтиленовой пленки, а сверху прикрываются другой пленкой равной ширины [3].

В последнее время предпочтение стали отдавать трубам из полимерных материалов – полиэтиленовым и полихлорвиниловым с выходом воды через перфорации и щели. Это связано с тем, что строительство системы внутрпочвенного орошения при этом значительно дешевле и укладка труб может быть полностью механизирована. Эти трубы обладают малой массой, эластичностью, высокой механической прочностью и химической стойкостью. Строительные расходы при бестраншейной укладке полиэтиленовых труб сокращаются на 60-80 % [4]. Выполнение различных перфораций в таких трубах позволяет уменьшить заиливание и зарастание корнями растений внутренней полости увлажнителей.

При использовании цельнотянутых труб в качестве увлажнителей упростился процесс строительства участков внутрпочвенного орошения, особенно с применением бестраншейных трубоукладчиков. Отпадает одна из самых трудоемких работ – выполнение стыков труб, нет опасности смещения стыков в траншее и выхода из строя увлажнителей. Как следствие – увеличивается надежность в эксплуатации участков внутрпочвенного орошения.

Укладка труб в почвах может осуществляться *траншейным, узкотраншейным и бестраншейным способами.*

*Траншейный и узкотраншейный* способы укладки труб характеризуются значительным объемом работ, выносом минеральной почвы на дневную поверхность и смешиванием последней с гумусным слем при засыпке траншей. Кроме того, конструкция современных траншейных трубоукладчиков характеризуется наличием значительного количества кинематических связей, что при работе в условиях абразивной среды приводит к частым поломкам. Такие трубоукладчики теряют работоспособность на пластических липких почвах.

Глубину закладки трубчатых увлажнителей рекомендуется выдерживать в пределах 0,45...0,5 м, так как во время механизированной обработки почвы возможно повреждение последних сельскохозяйственными орудиями и машинами.

Проектирование и строительство систем внутрпочвенного орошения с трубчатыми увлажнителями может быть осуществлено при уклонах от 0,0001 до 0,001 и более [3].

Наиболее широкие исследования внутрпочвенного орошения проведены в Узбекистане (в Голодной степи). Полиэтиленовые трубки-увлажнители закладывали как с помощью узкотраншейного экскаватора, так и бестраншейным способом. Применялись трубки диаметром от 38 до 16 мм с перфорацией диаметром 1,5...2 мм и расстоянием между увлажнителями от 0,9 до 1,8 м.

Уклон вдоль увлажнителей длиной до 200 м был равен 0,002-0,01.

В зарубежных источниках описаны преимущественно деляночные опыты, где изучалась связь различных конструкций увлажнителей с урожаем и расходом воды. Испытывались пластмассовые трубки малого диаметра с колотой и сверленной перфорацией, а также со щелевыми водовыпусками. Позднее перфорацию стали защищать специальными козырьком, пружинными клапанами, открывающимися только на время полива. Применение эластомеров для изготовления трубок позволило выполнять щелевые отверстия, перекрывающиеся за счет эластичности самого материала без помощи пружин. Принцип их действия основан на закрытии щелей при понижении напора в увлажнителе и раскрытии при увеличении напора.

Имеется множество других решений для выравнивания раздачи воды по длине трубок-увлажнителей: применение асбестовых или нейлоновых фитилей, изменение плотности волокон по длине трубки. Для защиты перфорации от забивания применяют также пластмассовые насадки, которыми оснащаются увлажнители при укладке в почву.

Как правило, для укладки увлажнителей применяют бестраншейный способ, в том числе модифицированные сельскохозяйственные орудия.

Ряд ученых: С. В. Кравец, О. Л. Романовский, М. Д. Каслин, В. М. Супонев [7-9] подтвердили целесообразность прокладывания подземных коммуникаций бестраншейным способом. Он избавляет от недостатков, которые свойственны траншейному и узкотраншейному способам и снижает себестоимость строительства на 12 % [10].

Основные преимущества бестраншейного способа прокладывания подземных коммуникаций [11.]:

- высокая рабочая скорость прокладывания (до 5 км/час), а с нею и производительность труда;
- уменьшение объема земляных работ в 3-5 раз за счет совмещения процессов формирования щели, подачи и кладки трубы и закрытия щели;
- сохранение гумусного слоя на поверхности почвы и, соответственно, минимизация техногенного влияния на окружающую среду;
- возможность использования в обвальных почвах, а также в почвах с высоким уровнем стояния грунтовых вод.

Рабочие органы бестраншейных укладчиков труб имеют простую конструкцию, высокую надежность и сравнительно невысокую стоимость. В сравнении с траншейными их удельная энергоемкость на 15-20 %, а удельная металлоемкость на 40-50 % меньше [11].

Анализ патентной и научно-технической литературы показал, что существует ряд технических решений, направленных на выполнение операций по укладке трубопроводов бестраншейным способом, который базируется на принципе вертикального заглубления гибких трубопроводов [12].

Известны методы бестраншейной прокладки инженерных коммуникаций – горизонтальная проходка в грунтах и протягивание (протаскивание) в образовавшуюся скважину отдельных модулей труб или плетей трубопроводов.

Проходка горизонтальных (наклонных) скважин, а также вертикальных стволов и протягивание в них трубопроводов могут производиться

следующими методами: горизонтальное (наклонное) направленное бурение (в том числе шнековое), микротоннелирование, ударно-импульсное продавливание, раскатка скважин.

Раскатка скважин представляет собой непрерывный процесс образования в грунте цилиндрической полости путем деформации и уплотнения грунта раскатывающим механизмом, или раскатчиком (рис. 1) [13].



**Рис. 1. Раскатчик скважин РТ-470 с закрепленной в хвостовой части трубной плетью для протаскивания в горизонтальную скважину**

Преимуществом метода раскатки по сравнению с горизонтальным (наклонным) направленным бурением является отсутствие необходимости использования передвижных насосных установок (для подачи воды к буровому инструменту) или компрессора (для подачи сжатого воздуха к пневмопробойнику). Кроме того, при использовании раскатчиков полностью исключается просадка грунта на поверхности.

На основе данного метода в сельском хозяйстве используется *внутрипочвенно-кротовое орошение*, которое является наиболее дешевым и доступным. При этом способе полива увлажнители имеют вид «земляных труб», называемых искусственными с хорошо выраженной капиллярностью.

Широкое внедрение в производство внутрипочвенно-кротового орошения сдерживается из-за короткого срока службы таких систем. Для уменьшения проникновения воды в глубокие слои почвы (особенно на почвах с высокой фильтрацией) и лучшего распространения ее в горизонтальном направлении на трубчатых системах внутрипочвенного орошения устраивают различные противофильтрационные экраны, выполненные из полиэтиленовой пленки, рубероида, стекловаты и т.д. [5].

Исследователями Германии были поставлены широкие опыты с внутрипочвенным орошением по методу Нидервеммера [6].

Предложенная Нидервеммером система внутрипочвенного орошения для условий аридной зоны западной части Турции на хлопчатнике (Средиземноморское побережье) достаточно дорогостоящая, однако эксплуатационные затраты меньше, чем при дождевании в 3,4 раза.

Наилучшие результаты внутрипочвенное орошение давало при укладке пленочного экрана на глубине 0,8 м, на который помещался полиэтиленовый трубопровод малого диаметра через 3 м. Отмечено, что пленочный экран шириной 2 м ограничивал накопление зимне-весенней влаги в период дождей, поэтому поливы приходилось начинать раньше. Наличие фильтра из послойно переработанного грунта (сначала на экран попадают крупные фракции, затем средние и мелкие) создает благоприятные условия для бокового распределения воды по полосе шириной 2...4 м.

Известными есть технические решения, направленные на разработку конструкций рабочих органов для осуществления многоярусной разработки грунта [11, 12, 14], которая характеризуется наименьшей энергоемкостью.

Также известны ножевые кабеле- и трубоукладчики [12], работа которых основывается на принципе разрезания почвы.

Для прокладывания пластмассовых трубопроводов используют укладчики на базе колесных и гусеничных тракторов. По типу базового шасси можно использовать прицепные, навесные и полунавесные трубоукладчики [15].

Так например, трубоукладчик STR 150 (рис. 2) (Австралия) укладывает оросительные трубопроводы диаметром до 70 мм на глубину до 0,6 м. Рабочее оборудование включает вертикальный разрезной нож с незаостренной резальной кромкой и долотообразный нож, а также трубонаправляющее устройство для подачи труб.



а



б

**Рис. 2. Трубоукладчик STR 150: а – рабочее оборудование трубоукладчика; б – трубоукладчик STR 150 в рабочем положении**

Трубоукладчик Caterpillar (США) на базе гусеничного трактора Caterpillar D6H (рис. 3) выполнен в виде ножа-распушителя с шарнирно-закрепленным трубонаправляющим устройством для подачи трубопровода диаметром до 70 мм [16]. Глубина укладки труб до 0,6 м.



а



б

**Рис. 3. Трубоукладчик Caterpillar D6H: а – рабочее оборудование трубоукладчика; б – трубоукладчик Caterpillar D6H в рабочем положении**

В укладчиках труб КУ – 25 и КУ – 120 в качестве рабочего оборудования используются долотообразные ножи. Эти укладчики предназначены для бестраншейного укладывания полиэтиленовых труб толщиной 35-75 мм на глубину 1,2 м с одновременным прокладыванием контрольной ленты [17], то есть, рабочие органы бестраншейных укладчиков труб имеют простую конструкцию, высокую надежность и сравнительно невысокую стоимость, что существенно увеличивает возможности применения бестраншейного способа.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что все рассмотренные способы укладки труб не позволяют достичь оптимальных условий для сохранения и распространения влаги при внутрпочвенном орошении сельскохозяйственных растений.

Наиболее приемлемым для этого является бестраншейный способ укладки. Однако рассмотренный способ не позволяет укладывать противofильтрационный экран совместно с увлажнителем. В связи с этим, исследования следует направить на разработку способа и технического решения бестраншейной укладки увлажнителей совместно с противofильтрационным экраном.

#### **Список литературы**

1. Bagrov, M. N (1975) Crop irrigation regime / M. N. Bagrov // Overview. – Moscow: TSBNTI Minvodkhoz, 76 p.
2. Декруа, М. Различные методы «локального» орошения, применяемые во Франции: Труды IX Международного конгресса по ирригации и дренаж / М. Декруа // В сб.: Прогрессивные способы орошения, включая машинное орошение. – М.: ТсБНТИ Минводхоза СССР. – 1975. – С. 58-76.
3. Боровой, Е. П. Научное обоснование техники и технологии внутрпочвенного орошения кормовых культур: дисс. ... докт. техн. наук: 06.01.02 / Е. П. Боровой. – Волгоград, 1999. – 413 с.
4. Ветренко, Е. А. Научно-экспериментальное обоснование применения подпочвенного орошения яблоневого сада: дисс. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Е. А. Ветренко. – Волгоград. – 2003. – 209 с.
5. Акутнева, Е. В. Применение внутрпочвенного орошения в плодоводстве / Е. В. Акутнева // International Scientific Journal Theoretical & Applied Science . – Year: 2014 Issue: 10 Volume: 18. – P. 11-17.

6. Мертин, В. Результаты подпочвенного орошения по методу Нидервермера: Труды IX Международного конгресса по ирригации и дренаж / В. Мертин // В сб.: Прогрессивные способы орошения, включая машинное орошение. – М.: ТСБНТИ Минводхоза СССР. – 1975. – С. 89-99.

7. Романовський, О. Л. Дослідження технологічного процесу роботи та обґрунтування параметрів багатоярусного робочого органа безтраншейного дрепоукладача : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.20.01 «Механізація сільськогосподарського виробництва» / Романовський Олександр Леонтійович; – Луцьк, 1996. –16 с.

8. Каслин, Н. Д. Механизация работ при прокладке распределительных трубопроводов / Н.Д. Каслин, В. Н. Супонев // Вестник ХНАДУ. – Харьков, 2007. – Вып 38. – С. 107-110.

9. Супонев, В. Н. Определение параметров рабочего оборудования трубозаглубителей / В. Н. Супонев // Энергосбережение. Энергоаудит. Общегосударственный научно-производительный информационный журнал. – Харьков: СВЭКО, 2006. – Вып. – 10. – С. 23-30.

10. Артемьева, З. Н. Техничко – экономическая оценка строительства пластмассового дренажа бестраншейным способом / З. Н. Артемьева, Р. А. Неврова // Сб. научн. тр. СевНИИГиМ-Л. – 1982. – С. 145-151.

11. Бестраншейные дрепоукладчики в СССР и за рубежом / [Е. Д. Томин, А. Н. Ефремов, Б. И. Люлькин, В. Н. Буравцев] – М.: ЦБНТИ Минводхоз СССР, 1983. – №13. – С. 84.

12. Патент 101524 UA МПК А01В 13/00 Землерийний робочий орган / С. В. Кравець, О. Л. Романовський, О. Ю. Васильчук та ін.; заявник і власник патенту НУВГП – № а201105496; заявл. 29.04.2011; опубл. 10.04.2013. Бюл. № 7.

13. Проспект компании «РосПайп». – Режим доступа: <http://ros-pipe.ru/clauses/stroitelstvo-remont-truboprovodov/klassifikatsiya-bestransheynykh-metodov-prokladki-/>

14. Патент на полезную модель 38342 RU, МКИЗ E02F 5/10 Землеройный рабочий орган для бестраншейного укладчика труб / Н. А. Ермошин, С. Б. Норышев – № 2004106468/20; заявл. 27.02.2004; опубл. 10.06.2004.

15. Машины для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций / [С. В. Кравець, Н. Д. Каслин, В. К. Руднев, В. Н. Супонев] – Харьков: ООО «Фавор», 2008. – 256 с:

16. Проспект фирмы «GOUCH ENGINEERING». – Режим доступа: <http://fieldchief.co.nz>

17. Проспект фирмы «Mihnevskiy remontno – mehanicheskiy zavod». – Режим доступа: <http://www.cdminfo.ru>

## References

1. Bagrov, M. N (1975). Crop irrigation regime. Overview. – Moscow, Russia, 76.

2. Dekrua, M. (1975). Razlichnye metody «lokal'nogo» orosheniya, primenyaemye vo Francii [Different methods of local irrigation, applied in France]. (1975). Proc. 9th inter. congress for irrigations and drainage / M. Dekrua // Progressivnye sposoby orosheniya, vklyuchaya mashinnoe oroshenie [Progressive methods of irrigation, including machine irrigation]. – Moscow, Russia, 58-76.
3. Borovoj, E. P. (1999). Nauchnoe obosnovanie tekhniki i tekhnologii vnutripochvennogo orosheniya kormovyh kul'tur [Scientific ground of technique and technology of interflow irrigation of forage crops]. Volgograd, 413.
4. Vetrenko, E. A. (2003). Nauchno-eksperimental'noe obosnovanie primeneniya podpochvennogo orosheniya yablonevogo sada [Scientific and experimental ground of application of subsoil irrigation of apple-tree garden]. Volgograd, 209.
5. Akutneva, E. V. (2014). Primenenie vnutripochvennogo orosheniya v plodovodstve [Application of interflow irrigation in fruit growing]. International Scientific Journal Theoretical & Applied Science. 10/18, 11-17.
6. Mertin, V. Rezultaty podpochvennogo orosheniya po metodu Nidervemmera [Results of subsoil irrigation on the method of Nidervemmer]. (1975). Proc. 9th inter. congress for irrigations and drainage / V. Mertin // Progressivnye sposoby orosheniya, vklyuchaya mashinnoe oroshenie [Progressive methods of irrigation, including machine irrigation]. – Moscow, Russia, 89-99.
7. Romanovskiy, O. L. (1996). Doslidzhennya tehnologichnogo protsesu roboti ta obgruntuvannya parametriv bagatoyarusnogo robochogo organa beztransheynogo drenoukladacha [Researches of technological process of work and ground of parameters of many-tier working organ of trenchless drainage machine]. Lutsk, 16.
8. Kaslin, N. D., Suponev, V. N. (2007). Mehanizatsiya rabot pri prokladke raspredelitelnyh truboprovodov [Mechanization of works at laying of distributive pipelines]. Messenger of the Kharkov national road-transport university, 38, 107–110.
9. Suponev, V. N. (2006). Opredelenie parametrov rabocheho oborudovaniya trubozaglubiteley [Determination of parameters of working equipment of stacker pipes]. Energy-savings. Energyaudit. National scientific and production informative magazine, 10, 23–30.
10. Artemeva, Z. N., Nevrova, R. A. (1982). Tehniko – ekonomicheskaya otsenka stroitelstva plastmassovogo drenazha bestransheynym sposobom [Technical and economic estimation of building of plastic drainage by a trenchless method]. Collection of scientific works of the North research institute of the hydraulic engineering and land-reclamation, 145–151.
11. Tomin, E. D., Efremov, A. N., Lyulkin, B. I., Buravtsev, V. N. (1983). Bestransheynye drenoukladchiki v SSSR i za rubezhom [Trenchless packers of drains in the USSR and abroad]. Central bureau of scientific and technical information. – Moscow, Russia, 84.
12. Kravets, S. V., Romanovskiy, O. L., Vasilchuk, O. Yu. (2013). Earth-moving working organ. Patent of Ukraine on an invention. A01V 13/00. № 101524; declared 29.04.2011; published 10.04.2013, № 7.

13. Advertisement of firm «RosPipe». Available at: <http://ros-pipe.ru/clauses/stroitelstvo-remont-truboprovodov/klassifikatsiya-bestransheynykh-metodov-prokladki>.

14. Ermoshin, N. A., Noryishev, S. B. (2004). Earth-moving working organ for the trenchless packer of pipes. Patent of Russia for useful model. E02F 5/10. № 38342; declared 27.02.2004; published 10.06.2004, №11.

15. Kravets, S. V., Kaslin, N. D., Rudnev, V. K., Suponev, V. N. (2008). Mashinyi dlya bestransheynoy prokladki podzemnyih kommunikatsiy [Machines for the trenchless laying of underground communications] Kharkov, Ukraine, 256.

16. Advertisement of firm «GOUCH ENGINEERING». Available at: <http://fieldchief.co.nz>.

17. Advertisement of firm «Mihnevskiy remontno – mehanicheskiy zavod». Available at: <http://www.cdminfo.ru>.

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СИСТЕМ ТА СПОСОБІВ УКЛАДАННЯ ЗВОЛОЖУВАЧІВ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ЗРОШЕННЯ ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ**

*Хайдер Раад Надім Аль-Хазали, В. П. Ковбаса*

*Анотація.* В статті проаналізовані конструкції систем та способи укладання зволожувачів для зрошення багаторічних плодових насаджень. Зроблено висновок про необхідність розроблення найбільш перспективного (безтраншейного) способу укладання трубопроводів разом із протифільтраційним екраном.

*Ключові слова:* плодові насадження, системи зрошування, внутрішньогрунтове зрошення, трубопровід, зволожувач, протифільтраційний екран

## **ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS OF THE SYSTEMS AND METHODS OF PILING OF HUMECTANTS FOR INTERFLOW IRRIGATION OF THE FRUIT PLANTING**

*Hayder Raad Nadim Al-Hazaali, V. P. Kovbasa*

*Abstract.* The constructions of the systems and methods of piling of humectants for interflow irrigation of the long-term fruit planting are analyzed in this article. A conclusion is done about the necessity of development of the most perspective method of piling of pipelines jointly with an anti-filtration screen.

*Keywords:* fruit planting, interflow irrigation, pipeline, humectant, anti-filtration screen