

УДК 631.674.6:626.84

Д. Л. Обумахов

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ МОБИЛЬНОГО ВНУТРИПОЧВЕННОГО УВЛАЖНИТЕЛЯ ДЛЯ ИНЪЕКЦИОННО- КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В статье рассмотрен вопрос разработки конструкции вертикального инъекторного увлажнителя для внутрипочвенного полива древесных растений. Принятая к рассмотрению в настоящей статье идея использования данной конструкции мобильных внутрипочвенных инъекторных увлажнителей (инъекторов-увлажнителей) для подачи поливной воды непосредственно в зону расположения основной части (массы) корней корневых систем многолетних плодовых древесных растений не является новой, но уровень ее разработки еще не позволяет реализовывать ее в практической деятельности садоводов. Конструктивное решение разрабатывалось параллельно с практическими испытаниями опытных образцов инъекторов в полевых и лабораторных условиях на разных по механическому составу типах почв. В итоге была принята окончательная и доработанная конструкция мобильного вертикального увлажнителя с рекомендуемыми параметрами: диаметр наконечника инъектора должен быть несколько больше диаметра самого инъектора (на 4 мм); водовыпускных отверстий должно быть не больше двух; максимальная длина инъектора (подземной части) – 30 см; напор, создаваемый емкостью с водой, не должен превышать 0,5 м. Рассматриваемая технология полива и средства, ее реализующие, относятся к локальному орошению растений и занимают промежуточное положение между надземно- и наземно-капельной технологиями и способом внутрипочвенного полива. Рассматриваемая технология включает в себя все достоинства вышеперечисленных способов полива. Данная технология полива реализуется посредством использования (в качестве основного водоподающего элемента) мобильного внутрипочвенного вертикального инъектора-увлажнителя, обеспечивающего капельную или мелкоструйную подачу поливной воды в заданном месте и на заданной глубине придревесного почвенного пространства.

Ключевые слова: инъектор-увлажнитель, внутрипочвенный полив, капельный полив, локальное орошение.

D. L. Obumahov

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute of Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

CONSTRUCTIVE SOLUTION OF MOBILE SUBSURFACE MOISTURIZER FOR INJECTION-DRIP IRRIGATION OF WOODY PLANTS

The article describes a design of vertical injection moisturizer for subsurface irrigation of woody plants. The idea under study of using this design for supplying irrigation water directly into zone containing the main part (weight) of root systems of perennial garden plants is not new, but the level of its development does not yet allow gardeners to realize it in practical activities. Constructive solution was developed simultaneously with practical tests of injector pilot models in field and laboratory conditions on the soils of different textures. The re-

sult was the adoption a final design and improved mobile vertical moisturizer with recommended parameters: diameter of the tip injection device should be slightly larger than the diameter of the injection device (4 mm); the number of water discharge orifices should be no more than two; maximum length of injection device (subsurface part) – 30 cm; pressure head created by the water capacity should not exceed 0.5 m. The considered irrigation technology and means of its implementing relate to the local irrigation of plants and occupy an intermediate position between surface drip irrigation and subsurface irrigation. It includes the obvious advantages of these irrigation methods. This irrigation technology is realized by the use of mobile vertical subsurface injection moisturizer, providing trickle supply of irrigation water in the specified place and at a given depth of soil space.

Keywords: injection-moisturizer, subsurface irrigation, drip irrigation, local irrigation.

Идея подземного орошения растений, предусматривающая подачу воды непосредственно в корневую систему (к органу растения, ее потребляющему), была выдвинута более ста лет назад. Уже в последнем десятилетии XVIII века (1895) в США применялась технология орошения садов с подачей воды в почву и подпочву [1, 2]. В отечественной истории и практике орошения земель первые технические решения поливных конструкций и систем подземного орошения были предложены еще в 1911–1924 гг. С. И. Базикиным, С. О. Воробьевым, В. П. Корневым [3–5]. Отметим, что, несмотря на внушительный исторический период возникновения идеи внутрипочвенного (подземного) орошения растений, она и до настоящего времени в должной мере не используется на практике.

Известны конструктивные решения внутрипочвенных (вертикальных) инъекторов-увлажнителей [6–11], обладающие рядом очевидных достоинств в сравнении с горизонтальными, но и они не лишены определенных недостатков в части мобильности; условий погружения; гидравлической связи с водоподающими элементами; регулирования водоподачи (расходов воды и напоров); засоряемости, промывки и очистки водовыпускных отверстий; подготовки поливной воды и поливных растворов и других. Кроме того, известные предложения не имеют расчетного обоснования и конструктивной проработки, что затрудняет их применение на практике. Отмеченное выше предопределило целесообразность разработки более совершенных конструкций вертикальных внутрипочвенных инъекто-

ров-увлажнителей и необходимость их конструктивной отработки и опытно-производственных испытаний.

Предлагаемая конструкция мобильного внутрипочвенного вертикального увлажнителя. Конструктивное решение внутрипочвенного вертикального инъектора-увлажнителя для локального увлажнения древесных растений по патенту № 2481765 (А. М. Васильев, Д. Л. Обумахов, В. В. Бандюков) приведено на рисунке 1.

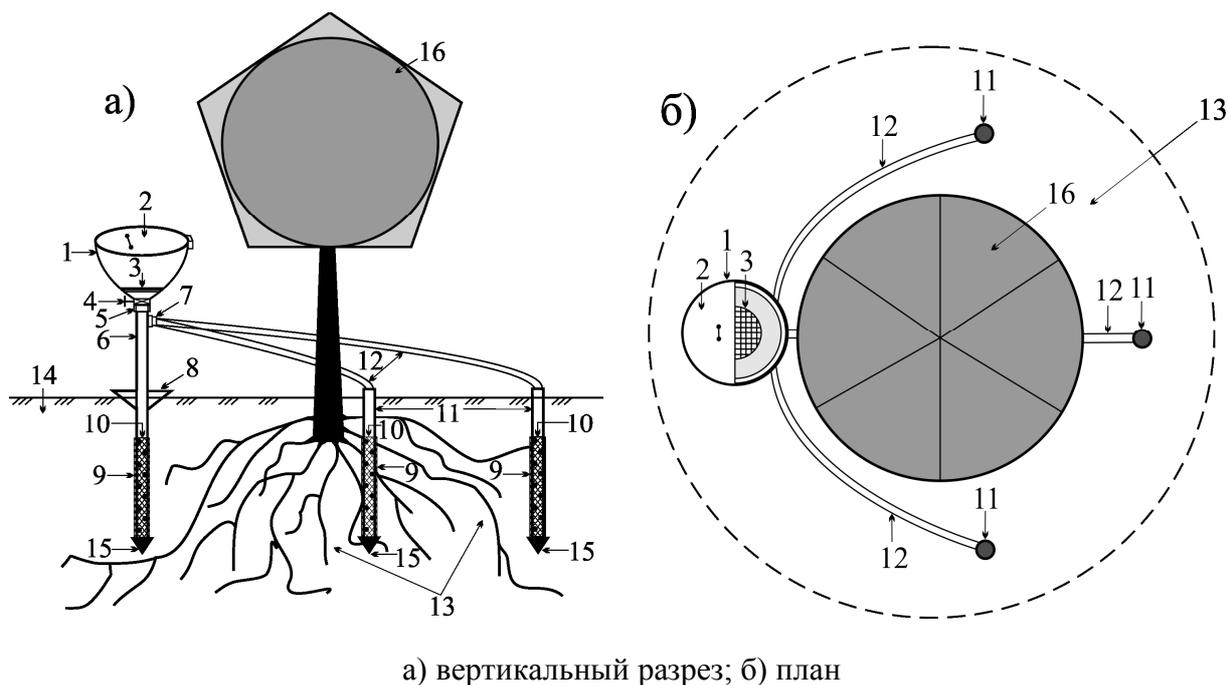


Рисунок 1 – Схема конструкции мобильного внутрипочвенного вертикального увлажнителя по патенту № 2481765 [12]

В соответствии с патентом № 2481765 и рисунком 1, мобильный вертикальный трубчатый увлажнитель (инъектор) для внутрипочвенного полива состоит из съемной водоподающей емкости 1, снабженной люком доступа 2, сетчатым фильтром 3, запорным краном 4 и резьбовым соединением 5, с основным внутрипочвенным инъектором 6, снабженным водо-раздающим устройством 7, опорной пятой 8, сетчатым фильтром 9, съемным конусным наконечником 15, перфорированным в нижней части 10, а также дополнительных инъекторов 11, перфорированных в нижней части 10, с сетчатыми фильтрами 9, съемных конусных наконечников 15 и системы гибких водопроводных шлангов 12 [12].

Увлажнитель работает следующим образом. Инъекторы 6 и 11 погружаются в подготовленные в почве 14 отверстия внутри периметра корнеобитаемой области 13 растения 16. В целях улучшения процесса погружения в почву и обеспечения устойчивости инъектор 6 снабжен опорной пятой 8, опирающейся на поверхность земли. Для снижения сопротивления, возникающего при погружении в почву, инъекторы 6 и 11 снабжены съемными конусными наконечниками 15, которые присоединяются на резьбовом соединении и имеют больший диаметр, чем инъекторы, что позволяет разрыхлять почву при погружении, снижать забиваемость водовыпускных отверстий и улучшать условия удаления кольянта из внутренних полостей инъекторов. Далее к инъектору 6 присоединяется водоподающая емкость 1 при помощи резьбового соединения 5, которая выполнена съемной в целях облегчения монтажа конструкции. При достижении под воздействием солнечной радиации температуры воды, необходимой для увлажнения корнеобитаемой области, в съемной водоподающей емкости 1 открывается запорный кран 4. Вода, профильтровываясь в сетчатом фильтре 3, поступает в основной внутрипочвенный инъектор 6 и через водораздающее устройство 7 по гибким водопроводным шлангам в дополнительные внутрипочвенные инъекторы 11, расположенные внутри периметра корнеобитаемой области 13, для обеспечения максимально равномерного увлажнения по всему ее объему. Далее через перфорацию, выполненную в нижней части инъекторов 10, и сетчатые фильтры 9, предназначенные для предотвращения попадания грунта в инъекторы, вода поступает в корнеобитаемую зону 13.

Предлагаемая конструкция вертикального увлажнителя для внутрипочвенного полива древесных растений обладает рядом очевидных достоинств [12], среди которых следующие:

- конструктивное решение сборно-разборного внутрипочвенного вертикального инъектора-увлажнителя, состоящего из отдельных элемен-

тов (емкости, основного опорного увлажнителя и дополнительных увлажнителей, съемного конического наконечника и соединительных (гибких) водоводов), позволяет собрать конструкцию в полевых условиях;

- конструкция увлажнителя в металлопластиковом исполнении обладает высоким уровнем мобильности и даже в комплекте с поливной емкостью может собираться и разбираться, перемещаться и монтироваться, погружаться и извлекаться из почвы одним работником. Основной и дополнительные вертикальные увлажнители могут (в оперативном режиме) быть установлены в любом месте корнеобитаемого почвенного пространства на заданную глубину погружения, которая может зависеть как от вида орошаемого растения, так и от типа почвы;

- при устройстве и погружении увлажнителей (с диаметром погружаемой части 2 см) нет необходимости в раскопке углубления и последующей его засыпке, что не только уменьшает затраты труда, но и снижает вероятность повреждения корневой системы растения;

- использование опорных (основных) увлажнителей разной высоты и разных по форме и размерам емкостей для воды и поливных растворов позволяет создавать и регулировать (в диапазоне от 0,5 до 0,7 метров) напоры в отверстиях инъекционных увлажнителей, исключая фонтанирование воды вдоль трубы иньектора и увлажнение поверхности земли и позволяющие производить промывку водовыпускных отверстий;

- при разном уровне заглубления и разном количестве одновременно функционирующих отверстий в увлажнителях (разных размеров и форм), выполненных с возможностью закрытия их заглушками, может в широком диапазоне обеспечиваться регулирование интенсивности водоподдачи. При этом дополнительное регулирование расхода поливной воды и промывка отверстий могут осуществляться посредством предусмотренного в конструкции запорно-регулирующего элемента;

- наличие в конструкции стационарной или съемной емкости позволяет провести предполивную обработку поливной воды, включая естественный подогрев (за счет солнечной радиации) холодных вод; растворение удобрений, агрохимпрепаратов и (или) средств защиты растений;

- конструкция, благодаря ее открытости и наличию водомерной шкалы в поливной емкости, позволяет не только регулировать интенсивность водоподачи, но и контролировать скорость выпуска воды из емкости (то есть скорость водоподачи) и по данным наблюдений и замеров регулировать расход водоподачи и продолжительность выдачи поливной нормы;

- внутрипочвенный увлажнитель предложенной конструкции может функционировать как индивидуально, так и в системе с 2–5 дополнительными увлажнителями при поливе одного древесного растения, количество и места установки увлажнителей могут изменяться с учетом роста и развития (развитости) корневой системы.

Предложенная по патенту № 2481765 конструкция вертикального внутрипочвенного увлажнителя была исследована в наиболее реальных почвенно-грунтовых условиях с применением экспериментально-опытного образца, конструктивное решение которого проиллюстрировано рисунком 2.

Исследуемый опытный образец мобильного вертикального увлажнителя (рисунок 2, а) состоит из следующих основных элементов: емкость 1 для поливной воды; узел 2 соединения емкости 1 с вертикальным трубчатым перфорированным иньектором 3; верхний 4 и нижний 5 упоры для погружения иньектора на заданную глубину почвенного слоя. Иньектор выполняется из трубы и имеет систему водовыпускных отверстий 6.

Для улучшения возможности погружения иньектора в нижней его части предусмотрен заостренный съемный наконечник 7, причем диаметр его верхней части несколько превышает диаметр почвенного иньектора 3 с целью снижения трения по его боковой поверхности при погружении и

предотвращения забиваемости водовыпускных отверстий 6 почвой. В узле соединения 2 емкости 1 и инжектора 3 предусмотрена гибкая мягкая трубка 8 с регулирующим подачу воды регулятором 9.

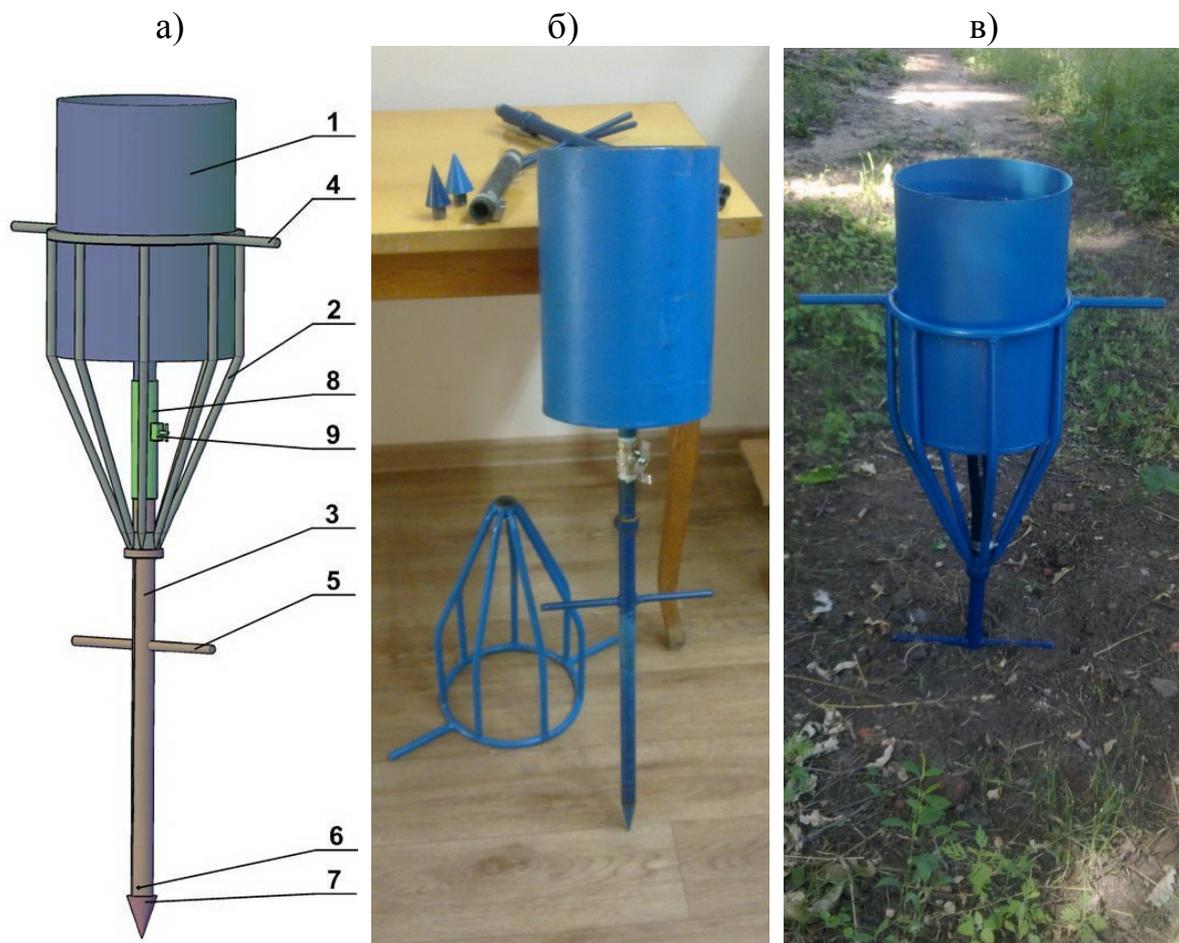
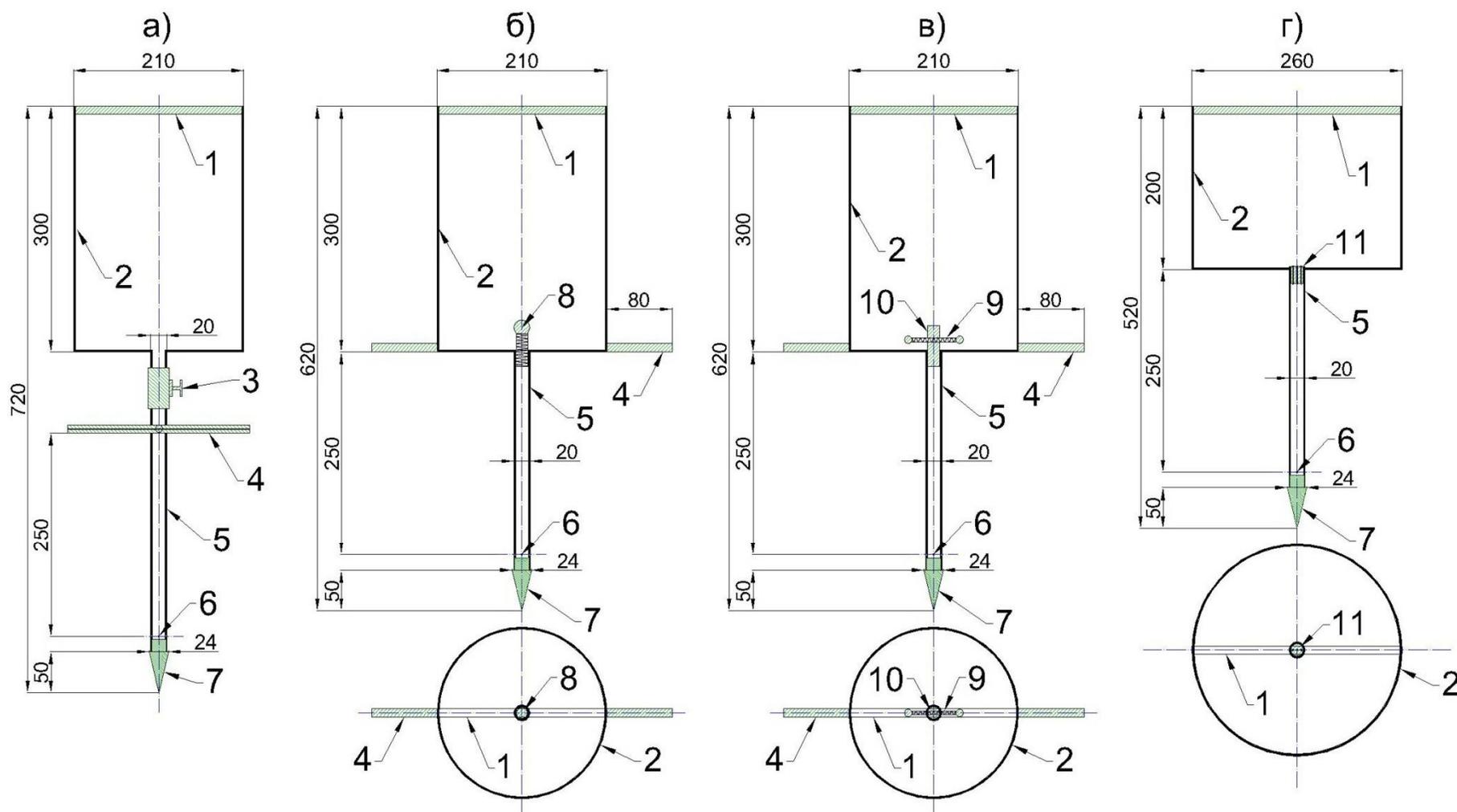


Рисунок 2 – Схема экспериментального образца (а), его фото (б) и рабочее положение (в)

Испытание опытного образца инжектора, приведенного на рисунке 3, проводилось при разных размерах отдельных составляющих его элементов. Опорная стойка-увлажнитель (инжектор), общая высота которой от опорной пяты 5 до конца наконечника равна 25 см, а от опорной пяты до днища емкости – 10 см, имела диаметр 10, 20 и 30 мм. В пределах верхнего участка опорная стойка-увлажнитель оборудована запорно-регулирующим устройством. При этом исследовались варианты с жестким (трубчатым) соединением емкости с увлажнителем (регулятором-краном) и гибким (шланговым) соединением (регулируемой капельницей).



а) с крановым запорно-регулирующим устройством; б) с капельным запорно-регулирующим устройством;
 в) с зажимным запорно-регулирующим устройством; г) с канально-клапанным регулятором

Рисунок 3 – Конструктивные решения внутрипочвенных увлажнителей

На первом этапе испытаний конструкции изучались условия погружения увлажнителя на глубину 20–25 сантиметров. В результате испытаний установлена возможность погружения увлажнителя на глубину 25 сантиметров в сухую почву, представленную черноземными и темно-каштановыми средне- и тяжелосуглинистыми почвами, нажимным усилием ноги (веса) одного человека. Определенные затруднения имели место при погружении инжектора диаметром 30 мм: необходимо было приложить немалое усилие и велика была вероятность уплотнения грунта у водовыпускного отверстия. Это привело к выводу о целесообразности уменьшения диаметра трубки инжектора до минимально возможного (20 мм). Диаметр меньше 20 мм слишком неустойчив, возникает вероятность падения всей конструкции при полной емкости. В процессе испытаний рассматривались варианты погружения инжектора в разрыхленную и самоуплотнившуюся (естественно уплотнившуюся) почву. Кроме этого, рассматривались варианты погружения инжектора в предварительно устроенные буром скважины. В первом и последнем случаях погружение инжектора в почву не вызывало затруднений, но появлялась проблема устойчивости конструкции при насыщении почвы влагой и высачивании воды вверх по контактной зоне «труба увлажнителя – почва». Для повышения устойчивости конструкции вместо первоначально предусмотренных двух упоров было предложено устраивать опорную крестовину или диск. Испытаниями конструкции с усиленной опорной крестовиной (пятой) установлена ее высокая устойчивость в рыхлой и увлажненной почве при диаметре увлажнителя 20 мм. Кроме этого, устройство опорной пяты в форме диска (закрытой крестовины) способствует снижению контактного выклинивания воды при напорах в 70 сантиметров.

В конструкции увлажнителя с диаметром его опорной трубы-стойки 20 мм исследовались торцевые (заостренные) съемные наконечники с диаметрами 20, 24 и 26 мм. При использовании наконечников с диаметрами,

превышающими диаметр увлажнителя, забиваемость отверстий частицами почвогрунта снижается, но опасность контактного выхода воды на поверхность увеличивается. Приемлемый по всем показаниям диаметр наконечника составил 24 мм (то есть с выступами за поверхность трубы увлажнителя, составляющими 2 мм).

Для определения предельной высоты опорной стойки-увлажнителя конструкция испытывалась при разных перепадах высот между поверхностью воды в емкости и выпускным отверстием (от 0,4 до 0,7 метров). Перепад уровней (напор на отверстии) регулировался разной длиной опорной стойки-увлажнителя и разным наполнением емкости водой. Испытаниями установлено отсутствие контактного высачивания воды на поверхность почвенного покрова при перепаде уровней, не превышающем $(0,5 \pm 0,05)$ м. В связи с этим форму емкости было предложено принять полигональной с большим диаметром и меньшей высотой, нежели было предложено в исходном ее варианте. При этом (во избежание выклинивания воды) предполагается регулирование водоподачи и создаваемого напора посредством регулирующие-запорного устройства (крана, зажима и др.).

При испытаниях конструкции иньектора-увлажнителя рассмотрены варианты с различным расположением, количеством и разными диаметрами водовыпускных отверстий (от 1 до 3 мм) при наконечниках с диаметром, равным диаметру иньектора-увлажнителя, и диаметром, превышающим его на 4 мм. Исследованиями установлено следующее:

- в конструкции с одним отверстием диаметром 1,0 и 2,0 мм напор на нем (в 0,7 метра) гасился, и при плотно прилегающем к поверхности почвы иньекторе по всему слою контактного выхода вода на поверхности не наблюдалась. Расход водовыпускного отверстия в среднем (при полной сработке емкости) составлял $(2,0 \pm 0,1)$ л/ч. При этом в 80 % случаев погружения иньектора (то есть в 8 вариантах из 10) наблюдалось полное или частичное забивание отверстия почвой, что приводило к снижению или полному прекращению водоподачи в почву;

- при устройстве одного отверстия диаметром 3,0 мм и перепаде уровней 0,6–0,7 м вероятность контактного выхода воды на поверхность (по сравнению с предыдущим опытом) увеличилась, а интенсивность водоподдачи (особенно в разрыхленной почве) возросла до 40 л/ч при колебаниях расхода ± 10 л/ч, что свидетельствует об отсутствии забивания отверстия почвой при погружении иньектора;

- в третьей серии опытов исследовался увлажнитель с тремя, четырьмя, пятью и шестью отверстиями диаметром 2 мм, устроенными в нижней части иньектора. В этом опыте даже при количестве отверстий, равном трем, подача поливной воды в почву наблюдалась во всех случаях при колебании расхода от 2 до 10 л/час, но количество опытов с контактным выклиниванием воды на поверхность увеличилось (выклинивание наблюдалось в шести опытах из десяти);

- в серии опытов с диаметром наконечника, превышающим внешний диаметр иньектора (на 4 мм) с образованием двухмиллиметрового выступа, забиваемость водовыпускного отверстия резко уменьшилась, и даже при одном отверстии диаметром в 1 миллиметр обеспечивался расход водоподдачи до 4 литров в час. При этом обеспечивалась промывка отверстия подачей воды в иньектор с напором в 0,5–0,7 м.

Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что регулирование расхода иньектора-увлажнителя посредством изменения диаметра и количества отверстий неэффективно и не позволяет управлять процессом увлажнения. В зависимости от степени забиваемости отверстий почвенными частицами могут проявляться недопустимо низкая водоподдача или выклинивание воды на поверхность почвенного покрова. Задача регулирования расхода и управления режимом водоподдачи может быть решена устройством и функционированием запорно-регулирующего элемента, располагаемого в верхней части опорной стойки-иньектора.

Рекомендуемые к практическому применению конструктивные ре-

шения вертикального внутрпочвенного инъекторного увлажнителя и части его элементов приведены на рисунке 3.

Канально-клапанный регулятор имеет 3–5 водопропускных каналов диаметром от 1 до 2 мм, перекрываемых запорными клапанами. Подаваемый в трубку инъекторного увлажнителя расход воды регулируется количеством одновременно работающих водовпускных отверстий.

Зажимное устройство регулирует подачу воды в гибкую (резиновую) трубку и далее (через нее) в полость инъекторного увлажнителя изменением положения зажимных планок посредством винтов.

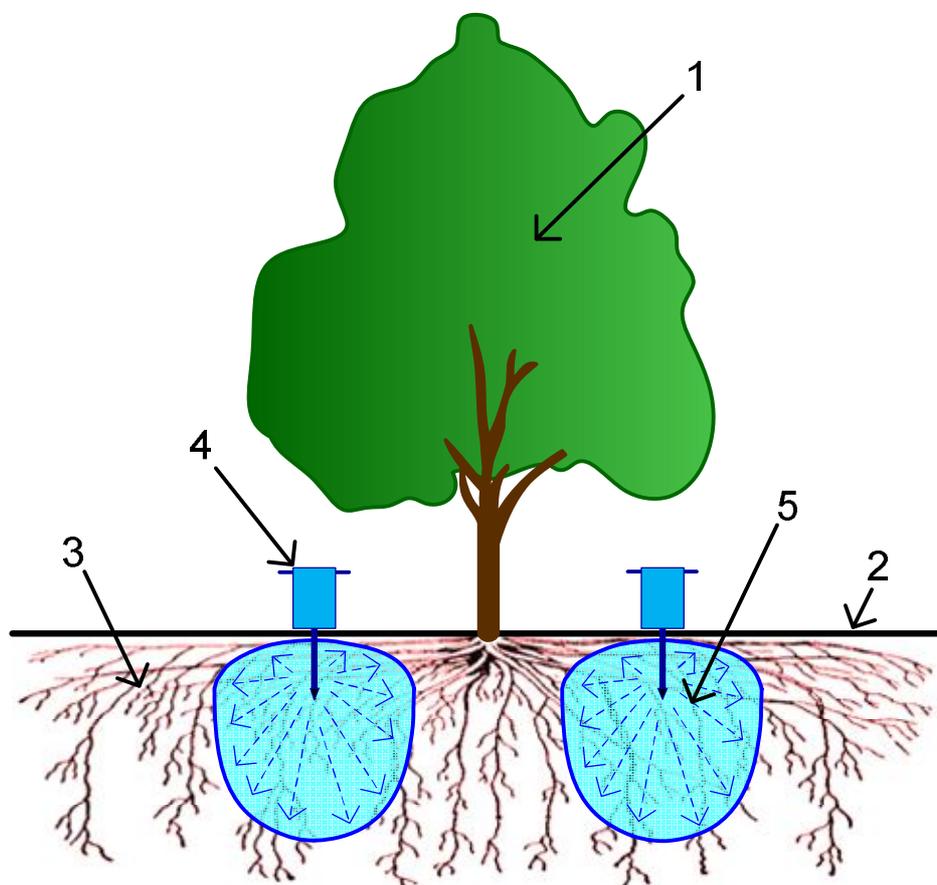
Регулируемая капельница вставляется в отверстие инъектора, что позволяет регулировать расход увлажнителя в широком диапазоне.

Технология работы инъекторного увлажнителя. Технология подготовки и работы предложенной и разработанной конструкции внутрпочвенного увлажнителя заключается в следующем.

Мобильный вертикальный инъектор-увлажнитель устанавливается в определенном месте распространения корневой системы (рисунок 4) и погружается на определенную (заданную) глубину, исходя из требований формирования необходимого по глубине и в плане контура увлажнения (увлажняемого пространства), исключения увлажнения поверхности почвы при капиллярном поднятии влаги из области насыщения почвенного пространства.

После установки инъекторного внутрпочвенного увлажнителя емкость заполняется поливной водой или раствором воды с удобрениями, открывается запорное устройство, и вода поступает во внутреннюю полость инъектора. Распространение влаги в пределах контура увлажнения происходит в процессе инфильтрации, фильтрации и капиллярного перемещения. По мере опорожнения емкости вода в нее подается дискретно или системно. Интенсивность водоподачи устанавливается измерением объема поливной воды, вытекшего из емкости за определенный промежуток вре-

мени. При необходимости увеличения или снижения интенсивности выдачи расчетной поливной нормы подача воды регулируется запорным устройством (краном, зажимом, капельным микроводовыпуском или другим).



1 – древесное растение; 2 – поверхность земли; 3 – корни корневой системы растения;
4 – инъекторы-увлажнители; 5 – контуры увлажнения

Рисунок 4 – Схема установки инъекторных увлажнителей

Апробация предложенной конструкции мобильного внутрипочвенного вертикального инъектора-увлажнителя, рекомендуемого для орошения (полива) садов и виноградников, позволяет отметить ее основные достоинства:

- использование вертикальных инъекторов-увлажнителей в комплексе с надземно (наземно) расположенной емкостью для поливной воды позволяет:

а) в относительно просто контролируемом и управляемом режиме вести визуальные и инструментальные замеры скорости (интенсивности

выдачи поливной нормы) и объема водоподачи и наблюдения за ними. Задача измерений показателей полива упрощается при наличии на поливной емкости градуированных шкал, позволяющих фиксировать высоту слоя налива и вытекания, а также объемы налива воды в емкость и объемы вытекания поливной воды из емкости в увлажнитель. Регулирование интенсивности и объемов водоподачи обеспечивается элементом управления (проточным, капельным, вентильным, пробковым или зажимным устройством), устраиваемым в емкости или на водоотводе из поливной емкости в увлажнитель;

б) в регулируемом режиме осуществлять наполнение поливной емкости из напорных, безнапорных и иных систем водоподачи (шлангами или другими емкостями) и последующую подачу поливной воды из нее в увлажнитель:

1) обеспечить естественный (под воздействием солнечной радиации) подогрев (нагревание) поливной воды низкой температуры до оптимальных (благоприятных) для различных видов растений и почв температур;

2) создать необходимый напор воды в отверстиях увлажнителя (от 0,2 до 0,7 метров и более) и при необходимости осуществить их промывку;

3) приготовить в емкости удобрительный, дезинфицирующий или иной раствор заданной концентрации и состава и обеспечить регулируемую его подачу в увлажнитель и из него – в основную зону корневой системы растений;

- мобильные внутрипочвенные иньекторы-увлажнители даже в комплексе с поливной емкостью в металлопластиковом исполнении достаточно легки и приемлемы для установки и перемещения одним человеком. Благодаря малому диаметру (до 20 мм) увлажнитель просто погружается в почвенный слой на глубину до 20–30 см нажатием ноги на упор.

Разработанные и рекомендуемые к использованию типоразмеры инъекторных увлажнителей в комплекте с закрепленной или незакрепленной поливной емкостью позволяют выбрать наиболее приемлемый для конкретных природных и технологических условий их размер и (или) конструктивное исполнение;

- мобильные инъекторы-увлажнители могут быть установлены в любой точке зоны питания корневой системы растений с минимальным риском повреждения корней. Их количество и места установки могут изменяться по мере роста и развития растений и их корневой системы. При этом в разных местах зоны питания могут устанавливаться увлажнители различных типоразмеров с разным объемом или интенсивностью водоподачи;

- мобильные увлажнители могут заглубляться на разную глубину почвенного слоя и таким образом формировать разноглубинные контуры увлажнения в разных зонах питания растений. При этом может строго регулироваться толщина поверхностного неувлажняемого слоя почвы соответствующим погружением водовыпускного отверстия в почвогрунтовую толщу. При погружении инъекторных увлажнителей в корнеобитаемое почвенное пространство практически исключается повреждение корней растения (малые размеры погружаемого элемента сводят попадание в корень к минимуму);

- применение разработанных конструкций мобильных вертикальных внутрипочвенных инъекторов-увлажнителей позволяет оптимизировать основные параметры внутрипочвенного (подземно-капельного или подземно-инъекционного) полива и повысить уровень всех очевидных достоинств этой технологии орошения (полива), среди которых отметим следующие:

а) отсутствие увлажнения поверхностного слоя почвы любой заданной толщины (от 2–3 до 10–15 см), что исключает непроизводительное ис-

парение влаги с поверхности угодья; снижает частоту обработки (рыхления) поверхностного слоя; сдерживает произрастание сорняков и, следовательно, снижает затраты труда по их удалению; позволяет осуществлять любые уходные работы, используя осушенную (сухую) поверхность земли;

б) уменьшение слоя и площади увлажнения (за счет неувлажняемого поверхностного слоя почвы), достаточно точное регулирование размеров контуров увлажнения, исключение непроизводительного испарения влаги с поверхности почвы и фильтрации за пределы корневого пространства (как в плане, так и по глубине) позволяют существенно уменьшить поливные и оросительные нормы при орошении древесных культур. При этом достигается максимально возможная экономия поливной воды в сравнении с любой другой технологией орошения, включая капельные поливы;

в) в отличие от технологии подземного орошения, основанной на использовании горизонтальных увлажнителей, применение локальных вертикальных инъекторных увлажнителей позволяет четко контролировать параметры и качество полива, размеры формируемого в почвенном пространстве контура увлажнения как в плане, так и по глубине; изменять параметры и зоны расположения увлажняемого почвенного пространства по мере роста растений и развития их корневой системы; контролировать интенсивность выпуска воды через водовыпускные отверстия в каждом увлажнителе и управлять ею; очищать (промыть) отверстия внутрпочвенных увлажнителей по легко фиксируемым показателям интенсивности (объема) водоподачи;

г) применение мобильных вертикальных увлажнителей позволяет формировать гибкие, легко изменяемые системы (сети) подземного орошения, учитывающие особенности потребности растений в онтогенезе. Системы подземного (внутрпочвенного) орошения на базе мобильных вертикальных увлажнителей, обеспечивающие локальное и управляемое

увлажнение корневой зоны растений, менее капиталозатратны в сравнении с системами с горизонтальными увлажнителями, просты и удобны в эксплуатации. Такая система внутрпочвенного полива с открытой трубопроводной (водотранспортирующей) частью и легко собираемой и устраиваемой водоподающей частью не представляет проблем при строительстве и может быть оперативно смонтирована для проведения разовых поливов в критические фазы роста растений или в критические (по наличию влаги) климатические периоды;

- применение систем из нескольких разных по производительности и глубине погружения вертикальных увлажнителей при определенной гибкой системе (режиме) увлажнения зоны питания растений позволяет в нужном направлении формировать корневую систему растений через формирование контура увлажнения в процессе их роста и развития. Например, при соответствующем режиме увлажнения возможно исключение формирования «росяных» корней у винограда, яблони и других садовых культур. При правильной организации контура увлажнения (определении необходимой зоны увлажнения конкретного древесного растения, исходя из типа почвы, и расчете параметров полива, при которых сформируется необходимый контур [13]) и выборе зоны водоподачи можно исключить формирование «мертвых» от корней областей питания по причине их переувлажнения или недоувлажнения в процессе роста и развития растений. При соответствующей глубине контура увлажнения возможно направленное формирование глубины распространения корневой системы растения.

Приведенные выше рекомендации и конструктивные решения инъекторных увлажнителей не исключают широких возможностей для совершенствования их конструкций и дальнейшей оптимизации их параметров. При этом должное внимание следует уделить оптимизации расположения, размеров и количества водовыпускных отверстий инъекторного увлажнителя и разработке средств их защиты от засорения и заиливания; автоматиза-

ции процессов подачи поливной воды в поливную емкость и контролю за интенсивностью вытекания воды из инжектора в почву (особенно при разработке и использовании системы инжекторных увлажнителей) и ряду других вопросов как по конструкции увлажнителей, так и по технологии их функционирования.

Список использованных источников

1 Григоров, М. С. Внутрипочвенное орошение / М. С. Григоров. – М.: Колос, 1983. – 128 с.

2 Мелиорация земель: учеб. для вузов / А. И. Голованов, И. П. Айдаров, М. С. Григоров [и др.]; под ред. А. И. Голованова. – М.: КолосС, 2011. – 824 с.

3 Базикин, С. И. Улучшенная поливка // Вестник Донского отдела Российского общества садоводства. – 1909. – № 12. – С. 8–9.

4 Кузьменко, А. А. Биологические основы орошения полевых культур / А. А. Кузьменко, С. О. Воробьев. – М. – Л.: АН СССР, 1935. – 260 с.

5 Корнев, В. Г. Всасывающая сила почвы и принципы системы автоматического орошения почвы / В. Г. Корнев. – М.: Изд-во ГИСХ, 1925. – 29 с.

6 Пат. 2214088 Российская Федерация, МПК(7) А 01 G 25/06. Устройство для локального внутрипочвенного орошения растений / Шолин Ю. А.; заявитель и патентообладатель Шолин Ю. А. – № 2002108655/13; заявл. 01.04.02; опубл. 20.10.03, Бюл. № 5. – 5 с.

7 Пат. 2251254 Российская Федерация, МПК(7) А 01 G 25/02. Инжектор для внутрипочвенного увлажнения / Григоров М. С., Абезин В. Г., Карпунин В. В., Салдаев А. М.; заявитель и патентообладатель Поволжский науч.-исслед. ин-т эколого-мелиоративных технологий. – № 2004106291/12; заявл. 03.03.04; опубл. 10.05.05, Бюл. № 13. – 6 с.

8 Пат. 2337528 Российская Федерация, МПК(7) А 01 G 025/06. Система внутрипочвенного очагового орошения / Галимов А. Х.; заявитель и патентообладатель Дагестанский науч.-исслед. ин-т сельского хозяйства. – № 2007105287/12; заявл. 12.02.07; опубл. 10.11.08, Бюл. № 31. – 8 с.

9 Пат. 2384049 Российская Федерация, МПК(7) А 01 G 025/00. Устройство для подпочвенного орошения / Ламердонов З. Г., Кештов А. Ш., Дабагова Л. М., Дышеков А. Х.; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарская гос. с.-х. акад. им. В. М. Кокова. – № 2008126818/12; заявл. 01.07.08; опубл. 20.03.10, Бюл. № 21. – 5 с.

10 Пат. 2424655 Российская Федерация, МПК(7) А 01 G 025/06. Устройство для внутрипочвенного орошения / Зволинский В. П., Салдаев А. М., Салдаев Г. А.; заявитель и патентообладатель Прикаспийский науч.-исслед. ин-т аридного земледелия РАСХН. – № 2009116535/21; заявл. 29.04.09; опубл. 27.07.11, Бюл. № 21. – 10 с.

11 Пат. 2483516 Российская Федерация, МПК А 01 С 7/20. Устройство для внутрипочвенного полива семян при посеве / Балакай Г. Т., Балакай Н. И., Балакай С. Г., Бабичев А. Н.; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – № 2012106788/13; заявл. 24.02.12; опубл. 10.06.13, Бюл. № 16. – 7 с.

12 Пат. 2481765 Российская Федерация, МПК А 01 G 25/02. Мобильный внутрипочвенный увлажнитель локального орошения / Васильев А. М., Обумахов Д. Л., Бандюков Ю. В.; заявитель и патентообладатель Новоч. гос. мелиор. акад. – № 2011109512/13; заявл. 14.03.11; опубл. 20.05.13, Бюл. № 14. – 6 с.

13 Обумахов, Д. Л. Расчетный метод определения геометрических параметров корневой системы яблони для обоснования способов полива [Электронный ресурс] / Д. Л. Обумахов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 1(13). – 11 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=226&id=235>.

Обумахов Дмитрий Леонидович – инженер-программист, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация.

Контактный телефон: +7 928 615-37-93.

E-mail: Obumahov@rambler.ru

Obumahov Dmitriy Leonidovich – Software Engineer, Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute of Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation.

Contact telephone number: +7 928 615-37-93.

E-mail: Obumahov@rambler.ru