

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 635.18:631.589.2

П.П. Долгих, С.В. Трепуз

**РАСТВОРНЫЙ УЗЕЛ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОГО ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ
В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ**

P.P. Dolgikh, S.V. Trepuz

MIXING UNIT FOR CONTROLLED CULTIVATION OF PLANTS IN PROTECTED GROUND

Долгих П.П. – канд. техн. наук, доц. каф. системознергетики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: dpp@rambler.ru

Трепуз С.В. – магистрант каф. системознергетики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: mail@growshop24.ru

Dolgikh P.P. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Systems of Energy, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: dpp@rambler.ru

Trepuz S.V. – Magistrate Student, Chair of Systems of Energy, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: mail@growshop24.ru

Настоящее исследование посвящено разработке технологии получения питательных растворов улучшенного качества в растениеводстве защищенного грунта. Анализ показал, что полив сбалансированным питательным раствором растений в теплицах улучшает их рост и развитие, повышает урожайность овощных культур. Большинство известных в настоящее время систем полива и подкормки растений, а также растворных узлов для приготовления и подачи питательного раствора содержат питающий насос, магистральный трубопровод, фильтр, расходомер, трубопроводы, электромагнитные клапаны, инжектор, манометр, емкости для приготовления маточных растворов, дренажную сеть. Упрощение конструкции было достигнуто за счет применения одного насоса, который через магистральный трубопровод и электромагнитные клапаны соединен с сетью поливочных труб. Насос частично выполняет функцию

циркуляционного насоса. Повышение эффективности устройства возможно путем использования нескольких высококонцентрированных маточных растворов совместно, а также возможности прецизионной корректировки питательного раствора по элементам питания в зависимости от технологических требований. В результате был разработан растворный узел для выращивания растений в защищенном грунте, дополнительно имеющий пробоотборник, выход которого через обратный клапан сообщается с входом в смешительный коллектор, который связан через обратные клапаны и перистальтические насосы с емкостями для приготовления маточных растворов, а выход пробоотборника через фитинг сообщается посредством электромагнитных клапанов с дренажной сетью и секциями системы полива. Такая конструкция позволяет работать в одном из двух режимов: 1) полив растений водопроводной водой; 2) полив растворами удобрений и кислоты.

Ключевые слова: защищенный грунт, растворный узел, пробоотборник, питательный раствор, кислотность, электропроводность, эффективность.

The research is devoted to the development of technology of receiving nutritious solutions of the improved quality in plant growing of protected soil. The analysis showed that having watered with the balanced nutritious solution of plants in greenhouses improves their growth and development, increases the productivity of vegetable cultures. The majority of systems of watering and top dressing of plants known now, and also mixing units for preparation and supply of nutritious solution contain feeding pump, the main pipeline, the filter, a flowmeter, pipelines, electromagnetic valves, an injector, the manometer, capacities for preparation of uterine solutions, drainage network. The simplification of the design was reached due to using one pump which via the main pipeline and electromagnetic valve was connected to the network of watering pipes. The pump partially carries out the function of mixing of nutritious solution and the function of watering pump. The increase of efficiency of the device is possible by using several high-concentrated uterine solutions in common, and also the possibilities of precision correction of nutritious solution on batteries depending on production requirements. The mixing unit knot was as a result developed for the cultivation of plants in the protected soil, in addition having sampler which exit via the backpressure valve was reported with an entrance to mixing collector connected via backpressure valves and peristaltic pumps with capacities for preparation of uterine solutions, and the sampler exit through fitting was connected by means of electromagnetic valves with a drainage network and sections of system of watering. Such design allows working in one of two modes: 1) watering with tap water; 2) watering with solutions of fertilizers and acids.

Keywords: protected ground, mortar unit, sampler, nutrient solution, acidity, conductivity, efficiency.

Введение. Специфика выращивания культур в промышленных масштабах такова, что современные продукты изобилуют вредными компонентами из-за обработки почвы различными химическими удобрениями. Необходимость внесения в почву удобрений диктуется истоще-

нием ее при интенсивном земледелии, а также стимулированием роста растений.

Несмотря на очевидную полезность удобрений, их нельзя вносить безконтрольно. Более того, при их внесении не вся их часть полностью усваивается растениями. Растворные узлы позволяют растворять удобрения до того состояния, в котором они наиболее эффективно усваиваются растениями, а значит снижается и количество вносимых в почву удобрений за счет увеличения их усвояемости [1].

Для контроля над процессом питания растений используют два показателя: кислотность (рН) и электропроводность (Ес).

Показатель рН является ключевым в питании растений. Большинство питательных элементов доступно для растений только в диапазоне от 5,5 до 6,3 рН. Соблюдение этого диапазона обеспечивает наибольшую доступность всех необходимых питательных веществ для растений.

Значение рН одинаково важно как при выращивании в земле, так и в субстратах. Так же, как в гидропонике, рН сильно влияет на доступность питательных веществ и наличие микроорганизмов и других растений в почве.

Некоторые растения требуют особого диапазона рН для доступности питательных веществ. Низкий рН почвы вызывает алюминиевую и марганцевую токсичности у растений и снижает наличие фосфора в почве. При высоком рН почвы также снижает доступность фосфора в почве и уменьшает доступность микроэлементов, таких как цинк и бор.

Электропроводность также является важным показателем в питании растений. Она показывает, насколько питательной является смесь. Электропроводность дают растворенные в воде соли. Чем больше солей растворено, тем больше электропроводность. Если уровень солей (Ес) слишком высок, внутренняя осмотическая система будет включена в обратную сторону, и растения начнут обезвоживаться. Измерение Ес в растворе исключает подкормку растений наугад.

Также следует учитывать, что при поливе в дни повышенной солнечной активности концентрацию питательного раствора стоит уменьшить, так как растения больше испаряют влагу и будут больше ее потреблять. Быстрорастущие

растения нуждаются в питательных растворах с Ес в пределах 1,0–4,0.

Чтобы сохранить питательные вещества в оптимальных уровнях для различных фаз вегетативного роста, нужно постоянно контролировать уровень Ес в питательном растворе [2].

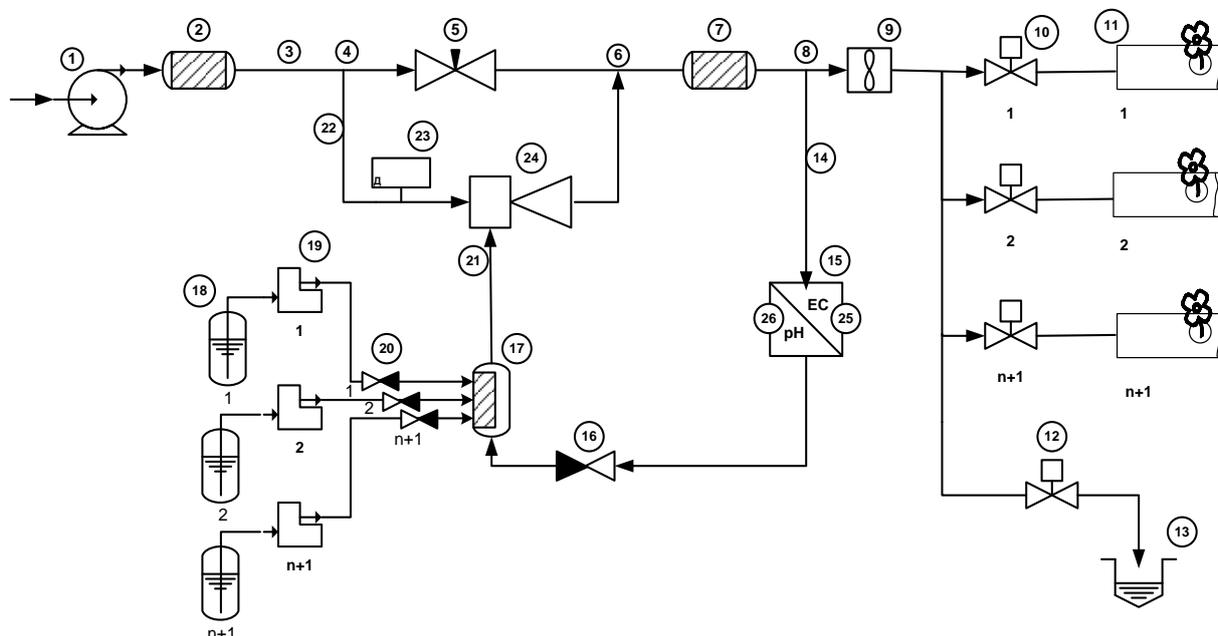
Большинство известных в настоящее время систем полива и подкормки растений [3], а также растворных узлов для приготовления и подачи питательного раствора [4, 5] характеризуются пониженной эффективностью работы из-за отсутствия возможности использования нескольких высококонцентрированных маточных растворов совместно, а также отсутствием возможности прецизионной корректировки питательного раствора по элементам питания в за-

висимости от электропроводности и кислотно-щелочного баланса питательного раствора.

Известно, что полив сбалансированным питательным раствором растений в теплицах улучшает их рост и развитие, повышает урожайность овощных культур. Причем на разных стадиях развития растений требования к составу питательного вещества различны.

Цель исследования: разработка упрощенной конструкции и повышение эффективности работы растворного узла, улучшение качества получаемых питательных растворов.

Материалы, методы и результаты исследования. На рисунке схематически изображен разработанный нами растворный узел для выращивания растений в защищенном грунте.



Растворный узел для выращивания растений в защищенном грунте:

1 – питающий насос; 2 – фильтр грубой очистки; 3 – магистральный трубопровод; 4, 6, 8 – распределительные фитинги; 5 – регулировочный вентиль; 7 – фильтр тонкой очистки; 9 – расходомер; 10, 12 – электромагнитные клапаны; 11 – секции системы полива; 13 – дренажная сеть; 14 – трубопровод; 15 – пробоотборник; 16 – обратный клапан; 17 – смесительный коллектор; 18 – емкости для маточных растворов; 19 – блок перистальтических насосов; 20 – обратные клапаны; 21 – отвод; 22 – смесительный контур; 23 – манометр; 24 – инжектор; 25 – датчики электрической проводимости и кислотно-щелочного равновесия; 26 – питательный раствор

Растворный узел для выращивания растений в защищенном грунте работает в одном из двух режимов:

1. Полив растений водопроводной водой.

В данном режиме вода из водопроводной сети посредством питающего насоса 1 подается че-

рез фильтр грубой очистки 2, где производится ее очистка от механических примесей. Далее, пройдя по магистральному трубопроводу 3 с распределительным фитингом 4, вода посредством регулировочного вентиля 5, находящегося в открытом состоянии, через фитинг 6 посту-

пает в фильтр тонкой очистки 7 и далее к секции системы полива 11. Расход воды отслеживается по расходомеру 9 и регулируется посредством электромагнитных клапанов 10.

2. Полив растворами удобрений и кислоты. В данном режиме вода из водопроводной сети посредством питающего насоса 1 подается через фильтр грубой очистки 2, где производится ее очистка от механических примесей. Далее, пройдя по магистральному трубопроводу 3 с распределительным фитингом 4, вода посредством регулировочного вентиля 5, находящегося в закрытом состоянии, подается в смесительный контур 22 с манометром 23 через инжектор 24 в фильтр тонкой очистки 7 через фитинг 6. Далее, пройдя через фитинг 8 и расходомер 9, одна часть воды попадает в сеть дренажной системы 13 с электромагнитным клапаном 12, а другая часть воды – через фитинг 8 по трубопроводу 14, через пробоотборник 15 с датчиками электрической проводимости 25 и кислотно-щелочного равновесия 26 питательного раствора и обратный клапан 16 поступает в смесительный коллектор 17 и возвращается в инжектор 24 через входной патрубков 21, создающий разрежение в смесительном контуре 22.

Одновременно с этим в смесительный коллектор 17 поступают маточные растворы удобрений и кислоты из емкостей для приготовления маточных растворов 18 посредством блока перистальтических насосов 19 и обратных клапанов 20. После смешивания в смесительном коллекторе 17 удобрения с потоком воды по отводу 21 попадают в магистральный водопровод 3 через инжектор 24 и, смешиваясь с чистой водой в фитинге 6, полностью растворяются, образуя питательный раствор. Когда концентрация вносимых веществ в потоке питательного раствора достигает необходимых параметров, установленные в пробоотборнике 15 датчики 25, 26 срабатывают, электромагнитный клапан 12 закрывается и открывается электромагнитный клапан 10, обеспечивая возможность поступления питательного раствора в секции системы полива 11. Таким образом, за счет создаваемого потока питательного раствора в трубопроводе 14 посредством инжектора 24, в пробоотборнике 15 с датчиками электрической проводимости 25 и кислотно-щелочного равновесия 26 питательного раствора непрерывно анализируются параметры питательного раствора, поступа-

ющего в секции системы полива 11. Если концентрация удобрений в питательном растворе не соответствует технологии, то датчики электрической проводимости 25 и кислотно-щелочного равновесия 26 питательного раствора, установленные в пробоотборнике 15, срабатывают, подавая сигнал на блок перистальтических насосов 19, изменяя, таким образом, количество поступления маточных растворов удобрений и кислоты из емкостей для приготовления маточных растворов 18. Это дает возможность получать быструю обратную связь для своевременной корректировки концентрации удобрений и кислоты с помощью импульсов включения и выключения блока перистальтических насосов 19. В случае, если в емкостях для приготовления маточных растворов 18 закончились растворы удобрений и кислоты, то установленные в пробоотборнике 15 датчики электрической проводимости 25 и кислотно-щелочного равновесия 26 питательного раствора срабатывают, закрывается электромагнитный клапан 10, ограничивая возможность поступления питательного раствора в секции системы полива 11, а электромагнитный клапан 12 открывается и некачественный питательный раствор сливается через дренажную сеть 13.

Представленное техническое решение имеет ряд преимуществ перед известными конструкциями:

- упрощается конструкция за счет применения одного насоса, который через магистральный трубопровод и электромагнитные клапаны соединен с сетью поливочных труб. Насос частично выполняет функцию смешивания питательного раствора и функцию поливочного насоса. Отсутствие смесительного бака делает систему экономически привлекательной и минимизирует ее размеры. Из-за небольших размеров растворного узла его удобно применять при выращивании растений в культивационных сооружениях как открытого, так и закрытого типа;
- повышается эффективность устройства за счет возможности использования нескольких высококонцентрированных маточных растворов совместно, а также возможности прецизионной корректировки питательного раствора по элементам питания в зависимости от технологических требований;
- улучшается качество получаемых питательных растворов за счет применения пробо-

отборника с датчиками электрической проводимости и кислотно-щелочного равновесия питательного раствора, совмещенного посредством смесительного коллектора, через обратные клапаны и перистальтические насосы с емкостями для приготовления маточных растворов.

Выводы

1. Растворный узел для выращивания растений в защищенном грунте позволяет осуществлять полив сбалансированным питательным раствором растений в теплицах.

2. Новым является то, что в отличие от известных технических решений и конструкций, содержащих питающий насос, магистральный трубопровод, фильтр, расходомер, трубопроводы, электромагнитные клапаны, инжектор, манометр, емкости для приготовления маточных растворов, дренажную сеть, он имеет пробоотборник, выход которого через обратный клапан сообщается с входом в смесительный коллектор, имеющий связь через обратные клапаны и перистальтические насосы с емкостями для приготовления маточных растворов, а выход пробоотборника через фитинг сообщается посредством электромагнитных клапанов с дренажной сетью и секциями системы полива.

3. Разработанное техническое решение просто по конструкции, надежно в эксплуатации и может быть легко реализовано в сельскохозяйственном производстве в тепличных технологиях.

Литература

1. Автоматические растворные узлы для удобрений. – URL: <http://nanoagro.net/rastvornii-usel.html> (дата обращения: 11.02.2017).
2. Чернобыльский Е. Зачем нужен растворный узел. – URL: <http://propoliv.com/info/articles/vnesenie-udobreniejj-fertigatsija-oborudovanie-dlja-etogo/zachem-nuzhen-rastvornyjj-uzel/> (дата обращения: 20.02.2017).
3. Пат. 2191500 Российская Федерация, МПК7 А01G25/00. Система полива и подкормки растений / Хазанова С.Г., Маркова А.Е., Иванова И.И., Судаченко В.Н.; заявитель и патентообладатель Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хо-

- зяйства. – № 2000114401/13; заявл. 05.06.2000; опубл. 27.10.2002. Бюл. № 30.
4. Пат. 2038006 Российская Федерация, МПК7 А01G31/02. Растворный узел для приготовления и подачи питательного раствора / заявители: Синяков А.Л., Липницкий Л.А., Цубанов А.Г.; патентообладатель Белорусский аграрный технический университет. – № 5028404/15; заявл. 24.02.1992; опубл. 27.06.1995. Бюл. № 18.
5. Пат. 2487528 Российская Федерация, МПК7 А01G9/24. Установка для автоматизированного приготовления рабочих растворов / заявитель и патентообладатель Суслонов Н.Н. – № 2009127688/13; заявл. 17.07.2009; опубл. 20.07.2013. Бюл. № 20.

Literatura

1. Avtomaticheskie rastvornye uzly dlja udobrenij. – URL: <http://nanoagro.net/rastvornii-usel.html> (data obrashhenija: 11.02.2017).
2. Chernobyl'skij E. Zachem nuzhen rastvornyj uzел. – URL: <http://propoliv.com/info/articles/vnesenie-udobreniejj-fertigatsija-oborudovanie-dlja-etogo/zachem-nuzhen-rastvornyjj-uzel/> (data obrashhenija: 20.02.2017).
3. Pat. 2191500 Rossijskaja Federacija, MPK7 A01G25/00. Sistema poliva i podkormki rastenij / Hazanova S.G., Markova A.E., Ivanova I.I., Sudachenko V.N.; zajavitel' i patentoobladatel' Severo-Zapadnyj nauchno-issledovatel'skij institut mehanizacii i jelektifikacii sel'skogo hozjajstva. – № 2000114401/13; zajavl. 05.06.2000; opubl. 27.10.2002. Bjul. № 30.
4. Pat. 2038006 Rossijskaja Federacija, MPK7 A01G31/02. Rastvornyj uzел dlja prigotovlenija i podachi pitatel'nogo rastvora / zajaviteli: Sinjakov A.L., Lipnickij L.A., Cubanov A.G.; patentoobladatel' Belorusskij agrarnyj tehničeskij universitet. – № 5028404/15; zajav. 24.02.1992; opubl. 27.06.1995. Bjul. № 18.
5. Pat. 2487528 Rossijskaja Federacija, MPK7 A01G9/24. Ustanovka dlja avtomatizirovannogo prigotovlenija rabochih rastvorov / zajavitel' i patentoobladatel' Suslonov N.N. – № 2009127688/13; zajav. 17.07.2009; opubl. 20.07.2013. Bjul. № 20.