ОЧИСТКА ВОДЫ ДЛЯ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА ТЕПЛИЧНОГО ХОЗЯЙСТВА

WATER TREATMENT FOR GREENHOUSE DRIP IRRIGATION SYSTEMS

УДК 66.067.1

Силаев Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «ВАЭ и ВТ», Волжский политехнический институт филиала Волгоградского технического университета, Российская Федерация, обл. Волгоградская, г. Волжский

Чесноков Александр Владимирович, Студент 3 курс, кафедра «ВАЭ и ВТ», Волжский политехнический институт филиала Волгоградского технического университета, Российская Федерация, обл. Волгоградская, г. Волжский

Першин Евгений Георгиевич, Студент 3 курс, кафедра «ВАЭ и ВТ», Волжский политехнический институт филиала Волгоградского технического университета Российская Федерация, обл. Волгоградская, г. Волжский

Silaev Aleksey Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of VAE and VT, Volzhsky Polytechnic Institute of the branch of the Volgograd Technical University, Russian Federation, region. Volgograd, Volzhsky

Chesnokov Alexander Vladimirovich, 3rd year student, department "VAE and VT", Volzhsky Polytechnic Institute of the branch of the Volgograd Technical University, Russian Federation, region. Volgograd, Volzhsky

Pershin Evgeniy Georgievich, 3rd year student, Department of VAE and VT, Volzhsky Polytechnic Institute, branch of Volgograd Technical University
Russian Federation, region Volgograd, Volzhsky

Аннотация

Статья посвящена методам очистки воды для полива растений современных тепличных хозяйствах. Приоритетная роль в удовлетворении потребности населения в свежих овощах во внесезонное время принадлежит тепличному овощеводству. Во многих странах мира эта отрасль занимает ведущее место в производстве овощей. Тепличное производство обеспечивает урожайность овощной продукции на порядок выше, чем в открытом грунте, независимо от климатических условий и по прогнозам специалистов в обозримом будущем в развитых странах растениеводство будет переходить на технологии выращивания большинства сельскохозяйственных культур в защищенном грунте.

Круглогодичное производство сельскохозяйственной продукции в Волгоградской области на ООО «Овощевод» реализовано в виде тепличного комплекса, построенного по Голландской технологии теплиц четвертого поколения.

Для обеспечения хорошей урожайности овощных культур требуется их регулярный и качественный полив. В тепличном хозяйстве ежедневно расходуется значительное количество воды.

В подготовке воды для растениеводства обращают внимание на два существенных момента:

1) конкретные культуры требуют определенного качества воды для нормального роста;

2) характеристики используемой воды влияющие на бесперебойность функционирования оросительных систем и оборудования для подогрева воды в теплицах.

Annotation

The article is devoted to the methods of water purification for watering plants in modern greenhouses. The priority role in meeting the population's demand for fresh vegetables during off-season time belongs to greenhouse vegetable growing. In many countries of the world, this industry takes a leading place in the production of

vegetables. Greenhouse production provides the yield of vegetable products by an order of magnitude higher than in open ground, regardless of climatic conditions and, according to experts, in the foreseeable future in developed countries crop production will switch to technologies for growing most crops in protected ground.

Year-round production of agricultural products in the Volgograd region at LLC "Ovoschevod" is implemented in the form of a greenhouse complex built on the Dutch technology of fourth generation greenhouses.

To ensure a good yield of vegetable crops, their regular and high-quality watering is required. In the greenhouse, a significant amount of water is consumed every day. In the preparation of water for crop production, attention is paid to two essential points:

1) specific crops require a certain water quality for normal growth;

2) the characteristics of the water used, affecting the smooth functioning of irrigation systems and equipment for heating water in greenhouses.

Ключевые слова: сельхозпроизводители, овощеводство в России, обратный осмос, производство тепличных томатов и огурцов.

Keywords: agricultural producers, vegetable growing in Russia, reverse osmosis, production of greenhouse tomatoes and cucumbers.

Введение. Основными источниками водоснабжения для полива сельскохозяйственных культур являются поверхностные воды, вода из артезианских скважин и колодцев.

Чтобы защитить оборудование от поломок и простоев и избежать существенных убытков, вода должна быть очищена от крупных механических примесей, соединений железа и солей жесткости. Вода из артезианских скважин чаще всего характеризуется высоким содержанием железа, в результате окисления которого забивается поливное оборудование. В ряде случаев артезианская вода содержит частицы механических примесей размерами до 500 мкм.

Одним из наиболее эффективных в настоящий момент методов очистки воды являются системы обратного осмоса.

Обратный осмос - это процесс, при котором молекулы растворителя (воды) под действием давления движутся из раствора (воды, содержащей примеси) в чистый растворитель (в воду). Если со стороны раствора приложить давление, превышающее осмотическое, то молекулы воды из раствора будут свободно проникать в чистую воду.

Методика исследования. Рассматриваемая установка разработана для подготовки воды для производственных нужд тепличного комбината ООО «Овощевод», г. Волжский Волгоградской области.

АСУ выполнена на базе микропроцессорного контроллера «Siemens Logo» и обеспечивает непрерывный автоматический режим работы всего комплекса водоснабжения.

АСУ реализована в едином шкафу с Touch Screen панелью визуализации, расположенном непосредственно в цехе водоснабжения. На панель визуализации выводятся: состояние работы оборудования установки, технологические параметры установки, сигналы аварии.

Под термином осмос (Рис.1) понимается процесс самопроизвольного проникновения растворителя (воды) через полупроницаемую мембрану, разделяющую сосуд, в более концентрированный раствор (мембраны способны пропускать растворитель и задерживать минеральные соли, органические соединения и другие примеси).

При этом уровень раствора по одну сторону мембраны повышается, а уровень растворителя по другую сторону уменьшается.

Разность уровней Н по обе стороны мембраны в момент установившегося равновесия характеризует осмотическое давление растворенного вещества в растворе. Если в растворе создать давление, превышающее осмотическое, то возникает миграция молекул растворителя в направлении обратном ее естественному движению, т.е. вода из раствора начинает протекать через

полупроницаемую мембрану к растворителю. Такой процесс известен под названием обратного осмоса (Рис. 2).

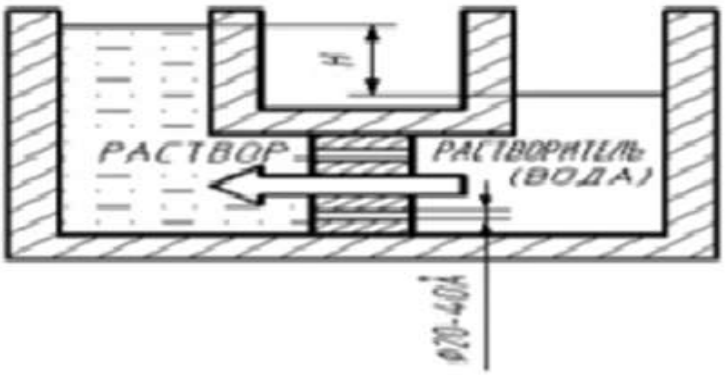


Рисунок 1. Схема работы осмоса

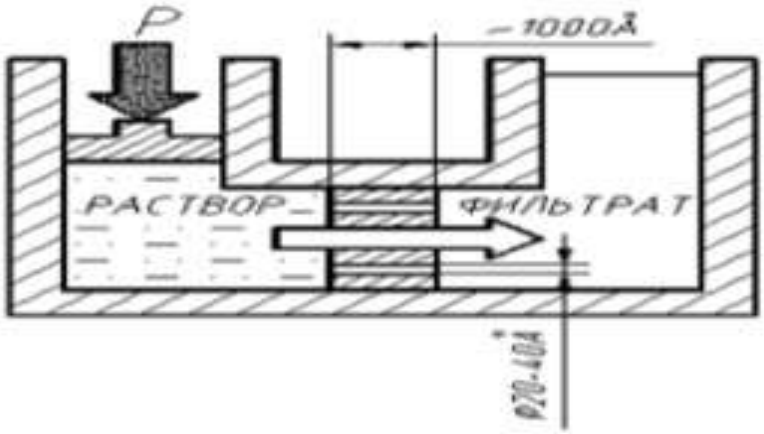


Рисунок 2. Схема работы обратного осмоса

Принцип действия метода обратного осмоса для очистки воды заключается в том, что под давлением, превышающем осмотическое, происходит движение растворителя (воды) через полупроницаемые мембраны со стороны более концентрированного раствора (исходной воды) в сторону более разбавленного раствора (фильтрата). Очищенная вода (фильтрат), прошедшая через мембрану, попадает в водоотводящую трубку и по системе трубопроводов подается в накопительные баки для дальнейшего использования в системе полива сельхозкультур, а оставшийся в межмембранном пространстве более насыщенный солями и другими механическими частицами раствор (концентрат) сбрасывается в канализацию или возвращается в оборотную линию заводской магистрали.

Широкое внедрение мембранных процессов и, в частности, обратного осмоса в практику, стало возможно благодаря развитию науки о полимерах и использованию полимерных мембран – устройств, в которых вода проходит фильтрацию через полупроницаемую синтетическую пленку, пропускающую в основном только молекулы воды.

Основное отличие мембран от обычных фильтрующих сред состоит в том, что удаляемые примеси задерживаются не в объеме, а только на поверхности мембраны.

В современной мембране применяется «тангенциальная» схема движения воды, при которой поток исходной воды направлен вдоль фильтрующего полотна. Этот поток смывает задержанные примеси и позволяет удалять их из зоны фильтрации. Таким образом, узел мембранной фильтрации имеет один вход и два выхода.

Развитие технологии обратного осмоса ставит вопрос о снижении эксплуатационных затрат и себестоимости очищенной воды. Замена мембранных элементов - это наиболее существенная статья расходов, связанная с техническим обслуживанием установок фильтрации. Поэтому очень важно максимально продлить срок их службы. Для этих целей в системах обратного осмоса используются антискаланты. Они предотвращают образование известковых отложений на поверхности мембраны, поддерживая ее активность на протяжении всего срока службы. При выборе реагента важно учитывать свойства мембраны.

Антискаланты, или ингибиторы образования осадка - это группа химических соединений, представляющих собой собственные органические полимеры синтетического происхождения. Среди веществ, препятствующих выпадению в осадок минеральных солей в кристаллической форме, можно выделить полиакриловые, полималеиновые, карбоновые кислоты, полифосфаты и фосфонаты с молярной массой 2000 - 10000 Da.

Различают три способа работы антискалантов для обратного осмоса:

Пороговое торможение. Это способность некоторых антискалантов для осмоса поддерживать растворы в перенасыщенном состоянии.

Дисперсия. Некоторые ингибиторы образования осадка в обратном осмосе способны сращиваться с кристаллами, обволакивать коллоидные вещества и придавать им высокий отрицательный заряд. Благодаря взаимному отталкиванию мелкие анионные частицы не могут образовать группы макроскопического размера.

Кристаллическая модификация. Некоторые антискаланты изменяют кристаллическую структуру отложений, благодаря чему осадок получается рыхлым и легко смывается потоком воды. Модификация выглядит следующим образом: отрицательно заряженные ионные группы антискаланта воздействуют на катионные ядра кристаллизации, изменяют электронный баланс, из-за чего кристаллическая решетка оказывается искаженной, не имеет повторяющихся форм.

Самым эффективным методом ингибирования отложений считается пороговое торможение. В процессе ингибирования принимают участие фосфонаты - фосфорсодержащие комплексоны, которые образуют комплексные соединения с катионами металлов. Комплексоны - это многоосновные кислоты, которые при диссоциации могут изменять pH раствора в диапазоне от 2 до 14. Они способны образовывать устойчивые соединения с ионами щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. Для устойчивого ингибирования осадкообразования достаточно внести от 1 до 10 миллионных долей фосфоната в насыщенный раствор карбоната кальция.

Комплексонаты металлов имеют хорошую растворимость и абсолютно безвредны для человека, поэтому могут применяться не только в промышленной водоподготовке, но и в получении питьевой воды. Они адсорбируются на поверхности центров кристаллизации и блокируют рост кристаллов. Кроме того, они размягчают застарелые известковые образования и ржавчину, которые впоследствии приобретают коллоидную форму и удаляются.

Результаты исследования и их обсуждения.

- Исходная вода объеме 46 м3/час с давлением 0,2-0,5 МПа поступает в установку водоочистки;

- Для окисления железа и марганца в исходную воду насосами-дозаторами «Etatron PKX-MA 01 05» вводится гипохлорит натрия;

- Далее вода сбрасывается в блок промежуточных контактных баков «Blorey PH-ПП-ЦВ 15-2350/3500», где проходит реакция окисления железа и марганца. Для увеличения эффективности смешивания реагента с водой в баки эжектируется воздух через краны. Уровень воды в контактных баках отслеживается АСУ с помощью датчика уровня «Danfoss»;

- С помощью вспомогательной насосной станции состоящей из насоса «Grundfos NB40-160/177» и преобразователя частотного «Веспер E2-8300» 11кВт вода поступает в блок мешочных механических фильтров «BF 100-2» с рейтингом фильтрации 100 мкм для очистки от грубых механических загрязнений;

- После вода проходит очистку от механических загрязнений железа и марганца в засыпных фильтрах «М-4272»;

- Затем вода поступает в блок мультипатронных механических фильтров «MCF-SL40-7» для очистки от мелких механических загрязнений с размерами более 10 мкм;

- Для удаления свободного остаточного хлора насосами-дозаторами «Etatron PKX-MA 05 07» в воду вводится раствор пиросульфита натрия;

- Для защиты мембранных элементов установки обратного осмоса от образования карбонатных отложений в воду вводится насосами-дозаторами «Etatron PKX-MA 01 05» антискалант.

Дозировка антискаланта выставляется из расчета 5гр на 1 м³ исходной воды;

- После предварительной очистки вода поступает в установку обратного осмоса, где происходит разделение исходного потока на две части: фильтрат (30 м3/ч) – очищенная от вредных примесей, умягченная и обессоленная вода и концентрат (16 м3/ч) - поток, обогащенный примесями;

- Очищенная вода (фильтрат) после поступает в накопительный бак очищенной воды. Качество деминерализованной воды определяется по снижению электропроводности фильтрата и контролируется кондуктометром. Нормирующее значение для фильтрата ниже 10 мкСм/см или 21,9ppm.

- Минерализованный раствор (Концентрат) отводится в дренаж.

Управление установкой обратного осмоса осуществляется с единого пульта управления (ШУ).

В ШУ предусмотрен общий контроллер «Siemens LOGO» с панелью визуализации «Touch Screen», что обеспечивает возможность вывода на панель основных технических характеристик установки водоочистки:

• давление воды постадийно;

• температура хим. раствора;

• визуализация состояния насосов;

• визуализация состояния автоматической запорной арматуры;

• уровень заполнения баков для хранения воды;

• аварийные состояния.

Режим работы установки - автоматический непрерывный с остановкой на регламентные работы. Пульт управления установки обратного осмоса обеспечивает автоматизированное ведение технологического процесса и регистрацию технологических параметров установки, а также ручное управление основными агрегатами установки.

Пуск установки по умолчанию осуществляется в автоматическом режиме по дискретному сигналу («сухой контакт»), свидетельствующему о нижнем уровне в накопительном баке очищенной воды, выключение установки будет осуществляться по дискретному сигналу («сухой контакт»), свидетельствующему о верхнем уровне в баке очищенной воды.

Выводы. Узел дозирования антискаланта исследуемой установки включает в себя два насоса-дозатора «Etatron PKX-MA 01 05». Дозаторы работают в паре с установками обратного осмоса. Насосы отстроены таким образом, что в автоматическом режиме работы начинают производить впрыск

реагента одновременно с началом работы высоконапорных насосов установок обратного осмоса. Во время отсутствия подачи воды в установку обратного осмоса дозирование антискаланта не осуществляется.

В зависимости от рекомендаций производителей установок обратного осмоса и анализа параметров работы установок технической службой ООО «Овощевод» были выбраны оптимальное дозирование антискаланта и периодичность планово-предупредительного обслуживания мембран. Это позволило увеличить срок их службы с гарантированных производителем 5 лет до 12 лет практической эксплуатации.

Литература

1. Белик, В.Ф.; Советкина, В.Е.; Дерюжкин, В.П. Овощеводство; Колос - М., 2014**.**
2. Черкасов С.В., Обратный осмос. Теория и практика применения. [Электронный ресурс]. URL: http://wwtec.ru/index.php?id=236 (дата обращения: 05.05.2021)
3. Кочаров Р. Г., Теоретические основы обратного осмоса. Учебное пособие, М: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2007
4. Осипова, Г.С. Овощеводство защищенного грунта/ Г.С. Осипова - М., Изд-во Проспект Науки, 2010: ил. – (Учебники и учебные пособия). ISBN 978-5-903090-45-7
5. Сайт НПО «Аргентум-Эко» [Электронный ресурс].URL: https://www.аргентум-эко.рф/index.php?page=obratnyiy_osmos (дата обращения: 05.05.2021)
6. A wireless application of drip irrigation automation supported by soil moisture sensors [Electronic resource]// Academic Journals [Электронный ресурс]. URL: http://www.cumbria-industries.org.uk/a-z-of-industries/lime-burning/ (дата обращения: 07.03.2021г).

Literatura

1. Belik, V.F.; Sovetkina, V.E.; Derjuzhkin, V.P. Ovoshhevodstvo; Kolos - M., 2014.

2. Cherkasov S.V., Obratnyj osmos. Teorija i praktika primenenija. [Jelektronnyj resurs]. URL: http://wwtec.ru/index.php?id=236 (data obrashhenija: 05.05.2021)
3. Kocharov R. G., Teoreticheskie osnovy obratnogo osmosa. Uchebnoe posobie, M: RHTU im. D. I. Mendeleeva, 2007
4. Osipova, G.S. Ovoshhevodstvo zashhishhennogo grunta/ G.S. Osipova - M., Izd-vo Prospekt Nauki, 2010: il. – (Uchebniki i uchebnye posobija). ISBN 978-5-903090-45-7
5. Sajt NPO «Argentum-Jeko» [Jelektronnyj resurs]. URL: https://www.аргентум-эко.рф/index.php?page=obratnyiy_osmos(data obrashhenija: 05.05.2021)
6. A wireless application of drip irrigation automation supported by soil moisture sensors [Electronic resource]// Academic Journals [Jelektronnyj resurs]. URL: http://www.cumbria-industries.org.uk/a-z-of-industries/lime-burning/ (data obrashhenija: 07.03.2021).