3. A.s. SSSR 1825887, MPK 5 F02M27/04. Generator polucheniia ozona dlia dvigatel'ia vnutrennego sgoraniia / Moiseev N.P., Podolskii B.A., Zaslavskii E.G., Sobol V.N., Zaionchkovskii V.N. – 4792641; zaiaavl. 19.02.1990; opubl. 07.07.1993. – 3 s.: il.

4. GN 2.1.6.1338-03 «Predelno-dopustimye kontsentratsii (PDK) zagriazniaiushchikh veshchestv v atmosfernom vozdukh'e naselennykh mest».

5. GN 2.2.5.1313-03 «Predelno-dopustimye kontsentratsii (PDK) vrednykh veshchestv v vozdukh'e rabochei zony».

6. Erokhin, A.V. Tekhnologiia i sistema udaleniia iz pomeshchenii otrabotavshikh gazov dvigatelei vnutrennego sgoraniia traktora s ezhektornym ustroistvom dlia snizheniia ikh temperatury: dis. ... kand. tekhn. nauk / Erokhin A.V. – Riazan: RGSKhA, 2004.

7. Byshov, N.V., Bachurin, A.N., Bogdanchikov, I.Y., Oleynik, D.O., Yakunin, Y.V., Nelidkin, A.V. (2018). Method and Device for Reducing the Toxicity of Diesel Engine Exhaust Gases. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. 7: 920-928. Doi: 10.14419/ijet.v7i4.36.24922.

УДК 631.672

Р.А. Касымбеков, Б.Ш. Айтуганов, С.Ж. Акматова

DOI: 10.53083/1996-4277-2021-202-08-97-102

R.A. Kasymbekov, B.Sh. Aytuganov, S.Zh. Akmatova

НАСОСНО-ФИЛЬТРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

PUMP-AND-FILTRATION PLANT FOR DRIP IRRIGATION TECHNOLOGY

Ключевые слова: труба, капельное орошение, вода, насос, полив, фильтр, удобрения, гидроциклон, отстойник, дисковый затвор.

Нарастающий дефицит поливной воды для орошения сельскохозяйственных культур требует использования современных водосберегающих технологий. Наиболее оптимальным из них считается технология капельного орошения. Несмотря на востребованность современным производством данная технология пока не получает широкого применения, причиной которому является отсутствие технических средств. В целях разработки технического средства – насосно-фильтрационной установки для технологии капельного орошения изучены работы, направленные на адаптацию технологии капельного орошения к определенным странам. Изучены изобретения и выявлены недостатки, характерные имеющимся устройствам, предназначенным для фильтрации поливной воды. На основе анализа этих установок предложена конструкция мобильной насосно-фильтрационной установки, являющейся транспортабельной, простой и надежной при эксплуатации, не зависимой от источника электричества для привода насоса, а также сочетающий в себе качественную трехступенчатую очистку поливной воды: от песка и грубых частиц через гидроциклон благодаря центробежной силе; очистку мелких частиц через сетчатый фильтр и тонкую очистку с помощью фильтрующего элемента. В конструкции установки предусмотрена возможность очистки фильтрующего элемента, без прерывания работы самой установки, путем отдельно-

го отключения фильтров тонкой очистки с помощью дисковых затворов. Предлагаемая установка дает возможность сельским товаропроизводителям вместе с поливом провести подкормку растений минеральными удобрениями, необходимыми для их роста. Наличие простого узла, состоящего из дискового затвора, труб и системы краников, позволяет регулировать норму расхода удобрений и периодичность его подачи. Установка является простой в изготовлении и эффективной при использовании.

Keywords: pipe, drip irrigation, water, pump, irrigation, filter, fertilizers, hydrocyclone, sump, butterfly valve.

The increasing shortage of irrigation water for irrigating crops requires the use of modern water-saving technologies. Drip irrigation technology is the most optimal of them. Despite the demand for modern production, this technology is not yet widely used; the reason for which is the lack of technical means. In order to develop a technical means - pump-and-filtration plant for drip irrigation technology, the literature on adapting drip irrigation technology to certain countries was studied. The inventions were studied and the disadvantages characteristic of the existing devices designed for filtration of irrigation water were identified. Based on the analysis of these plants, a design of a mobile pump-and-filtration plant was proposed. The plant is transportable, simple and reliable in operation, independent of the electricity source for driving the pump, and also combining high-quality three-stage cleaning of irrigation water: from sand and coarse particles through a hydrocyclone due to

centrifugal force; cleaning small particles through a mesh filter and fine cleaning using a filter element. The design of the plant provides for the possibility of cleaning the filter element without interrupting the operation of the plant itself by separately disconnecting the fine filters using butterfly valves. The proposed plant enables agricultural producers,

together with irrigation, to feed plants with mineral fertilizers required for their growth. The presence of a simple plant consisting of a butterfly valve, pipes and a system of valves allows adjusting the rate of fertilizer consumption and the frequency of its supply. The plant is easy to manufacture and efficient to use.

Касымбеков Рыскул Асангулович, к.т.н., доцент, вед. н.с., Институт машиноведения и автоматики Национальной Академии наук Киргизской Республики, г. Бишкек, Киргизская Республика, e-mail: ryskul.kasymbekov@mail.ru.

Айтуганов Бакытбек Шаршеналиевич, ст. преподаватель, Киргизский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина, г. Бишкек, Киргизская Республика, e-mail: bakytbek_1979@mail.ru.

Акматова Сымбат Жамаловна, ст. преподаватель, Киргизский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина, г. Бишкек, Киргизская Республика, e-mail: symbat.akmatova@mail.ru.

Kasymbekov Ryskul Asangulovich, Cand. Tech. Sci., Leading Staff Scientist, Institute of Machine Science and Automation of the Natl. Acad. of Sci. of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic, e-mail: ryskul.kasymbekov@mail.ru.

Aytuganov Bakytbek Sharshenaliyevich, Asst. Prof., Kyrgyz National Agricultural University named after K.I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyz Republic, e-mail: bakytbek_1979@mail.ru.

Akmatova Symbat Zhamalovna, Asst. Prof., Kyrgyz National Agricultural University named after K.I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyz Republic, e-mail: symbat.akmatova@mail.ru.

Введение

Урожайность сельскохозяйственных культур в большей степени зависит от качественного и своевременного проведения вегетационных поливов.

Традиционная технология поверхностного полива растений применима только при достаточных объемах водных ресурсов. В условиях ограниченных водных запасов или их дефицита основой водосберегающей технологии считается капельное орошение [1].

Для решения потребности в экономии воды рассматриваются различные варианты адаптации технологии и для нее технические средства [2, 3], которые следует изучить и на их основе разработать новые для технологии капельного орошения.

Целью исследования является разработка конструкции насосно-фильтрационной установки, отвечающей требованиям технологии капельного орошения.

Задачи исследования:

- анализ существующих установок для очистки воды;
- анализ недостатков существующих установок для очистки воды;
- разработка новой конструкции насосно-фильтрационной установки.

Объекты и методы

Отличительной особенностью технологии капельного орошения от традиционного полива является осуществление полива сельскохозяй-

ственных культур с использованием поливинилхлоридных или полиэтиленовых труб, имеющих специальный лабиринтообразный шов или клапан (рис. 1), благодаря которым обеспечивается медленное вытекание воды из отверстий трубы в виде капель.

Рис. 1. Капельные трубы

Такая конструкция капельных труб требует чистоты подаваемой воды и предъявляет особые требования к техническим средствам для очистки воды.

Имеется устройство для очистки природных и сточных вод от механических примесей [4], где для очистки воды от механических примесей предложен отстойник в виде прямоугольного короба, разделенного на несколько секций с изолированными перегородками. Фильтрация воды происходит последовательной перекачкой воды с помощью насосов через фильтрующие элементы в виде цилиндрического перфорированного стакана со сквозными отверстиями. Для

процесса перекачки требуются несколько насосов, система трубопроводов и фильтров, которые усложняют конструкцию, соответственно, увеличивая ее массу и стоимость.

Наиболее близкой по технической сущности является установка для очистки воды преимущественно для систем капельного орошения [5]. В данном устройстве вода для полива очищается от взвешенных частиц благодаря наличию гидроциклона с камерой для сбора отходов очистки и трубофильтра, сделанного из волокнистой пористой трубы и установленного на выходной части гидроциклона. Недостатком данной конструкции является наличие большого количества труб и задвижек для промывки фильтра, увеличивающих стоимость установки.

Известна также установка для приготовления и внесения удобрительных растворов с поливной водой в системах капельного орошения [6], содержащая замкнутую линию приготовления удобрительной суспензии, состоящую из смеси-

теля с устройством для перемещения исходных компонентов, соединенным с источником воды, накопительно-расходных емкостей и системы трубопроводов. Недостатками данной установки являются сложность конструкции и зависимость от электричества, что не всегда доступно в полевых условиях.

Разработаны системы очистки с применением фильтрующих модулей с намывным слоем [7]. Конструкция данной системы является сложной и дорогой из-за наличия в ней фильтрующего модуля в виде ультра-, микро- и нанопольтрационного полволоконного модуля.

Результаты исследований

Изучение конструкций, преимуществ и недостатков различных установок позволило разработать оптимальную принципиальную схему насосно-фильтрационной установки для технологии капельного орошения (рис. 2).

Рис. 2. Принципиальная схема насосно-фильтрационной установки:

- 1 – прицеп; 2 – автомобиль; 3 – мотопомпа; 4 – дисковый затвор; 5 – подводящий кран; 6 – отводящий кран; 7 – смесительный бак для удобрений; 8 – крышка смесителя; 9 – гидроциклон; 10 – крышка гидроциклона; 11 – сетчатый фильтр; 12 – отводящая труба; 13 – крышка фильтра тонкой очистки; 14 – фильтрующий элемент; 15 – всасывающая труба; 16 – манометр; 17 – скважина или канал; 18 – подводящая труба; 19 – грязесборник; 20 – фильтр тонкой очистки воды; 21 – магистральная труба

Все технологические узлы установки размещены на прицепе 1, который транспортируется до места работы на легковом автомобиле 1.

Запускается мотопомпа 3 и через всасывающую трубу 15. Вода из скважины или канала 17 по подводному трубопроводу 18 подается в гидроциклон 9. Из-за напора и закручивания на скорости по внутренней части гидроциклона 9 от воды отделяются крупные примеси, такие как песок и растительные остатки. Эти примеси под действием центробежной силы и силы тяжести, стекая по внутренней стенке гидроциклона 9, оседают в отстойнике 19. После окончания смены примеси удаляются.

Вода, проходя через сетчатый фильтр 11, очищается во второй раз, далее по отводной трубе 12 поступает в фильтры тонкой очистки 20. При проходе через фильтрующий элемент 14, являющийся третьей ступенью очистки, вода полностью очищается от взвешенных частиц песка и грязи.

Наличие манометров 16 и разница их показаний до и после фильтра тонкой очистки 20 показывают степень засоренности фильтрующих элементов 14. Дисковые затворы 4, установленные до и после фильтров тонкой очистки 20, позволяют по отдельности выключать и прово-

дить очистку фильтрующего элемента 14, не останавливая процесс работы самой установки. Очищенная от примесей вода через магистральную трубу 21 подается в сеть капельных труб для полива растений.

При необходимости внесения минеральных удобрений последние заправляются в смесительный бачок для удобрений 7. При прикрытии дискового затвора 4, установленного на подводной трубе 18, и открытии краников подводной 5 и отводной 6 труб часть воды из-за появившегося давления поступает в смесительный бачок для удобрений 7, растворяет удобрения и обратно по трубе попадает в общий поток воды, поступающей в гидроциклон 9. Углом поворота заслонки дискового затвора 4 можно регулировать давление и количество протекающей воды через смесительный бачок для удобрений 7 и, соответственно, норму расхода удобрений.

Направление протекания воды в смесительном бачке для удобрений 7 от низа вверх способствует лучшему растворению удобрений. Нерастворившиеся удобрения, унесенные водой, удерживаются перед сетчатым фильтром 11 и фильтрующим элементом 14, затем постепенно растворяются потоком воды.

Рис. 3. Мобильная насосно-фильтрационная установка

Заправка удобрений 7 в смеситель осуществляется через крышку 8. Чистку сетчатого фильтра 11 проводят открытием крышки 10 и, соответственно, чистку фильтрующих элементов 14 фильтра тонкой очистки также осуществляют открытием крышки 13.

Обсуждение

Наличие устройств для фильтрации воды и внесения удобрений, а также мобильность, простота и надежность конструкции позволяют успешно применять данную насосно-фильтрационную установку для технологии капельного орошения.

Технический результат, получаемый при работе установки и состоящий в решении проблем очистки поливной воды и внесения удобрений с качественными показателями, даёт возможность говорить о решении поставленной цели и задаче исследования.

Выводы

1. При изучении вопроса выявлено, что существующие технические средства для очистки воды не полностью соответствуют требованиям технологии капельного орошения.

2. Возможность нормированной подачи удобрений растениям вместе с поливной водой позволяет сократить трудо- и энергозатраты и обуславливает экономическую эффективность установки.

3. Мобильность установки и автономность источника энергии для подачи воды (т.е. наличие мотопомпы), простота и надежность конструкции дают возможность широко применять разработанную насосно-фильтрационную установку для технологии капельного орошения.

Библиографический список

1. Применение систем капельного орошения – основа водосберегающих технологий / А. Дж. Атаканов, Б. О. Аскаралиев, Г. Б. Жумашова [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. – 2019. – № 1 (50). – С. 141-145.
2. Касымбеков, Р. А. Адаптация технологии капельного орошения к условиям сельского хозяйства Кыргызской Республики / Р. А. Касымбеков, С. Ж. Акматова. – Текст: непосредственный // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. – 2016. – № 4 (40). – С. 57-60.

3. Алиев, З. Г. Применимость техники и технологии капельного орошения в условиях Азербайджана / З. Г. Алиев. – Текст: непосредственный // Агробизнес и экология. – 2015. – Т. 2, № 2. – С. 6-7.

4. Патент Российской Федерации № 2525905, МПК В01Д 25/00, В01Д 29/56, С02F 1/62. Устройство для очистки природных и сточных вод от механических примесей / Хайлов О. В., Соловьев Н. М., Годлевская Е. В. [и др.]. – Бюл. № 23, 2014. – Текст: непосредственный.

5. Патент Российской Федерации № 2411719. МПК А01G 25/09. Установка для очистки воды преимущественно для систем капельного орошения / Безроднов Н. А., Кузнецов П. И., Мелихов В. В., Константинова Т. Г. – Бюл. № 5, 2011. – Текст: непосредственный.

6. Патент Российской Федерации № 2219698. МПК А01С 23/04, А01G 25/02. Установка для приготовления и внесения удобрительных растворов с поливной водой в системах капельного орошения / Рогачев А. Ф., Салдаев А. М., Елисеев А. К., Рогачев Д. А. – Бюл. № 36, 2003. – Текст: непосредственный.

7. Патент Российской Федерации № 2686199. МПК С01F 1/00 В01J 20/00. Система очистки жидкости / Шмидт Д., Васильева Е. С., Митилинеос А. Г. [и др.]. – Бюл. № 12, 2019. – Текст: непосредственный.

References

1. Atakanov A.Dzh., Askaraliev B.O., Zhumashova G.B., Narbekov N.N., Sharapov K.O., Askaraliev T.B. Primenenie sistem kapelnogo orosheniia – osnova vodosberegaiushchikh tekhnologii // Vestnik Kyrgyzskogo natsionalnogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skriabina. – 2019. – No. 1 (50). – S. 141-145.
2. Kasymbekov R.A., Akmatova S.Zh. Adaptatsiia tekhnologii kapelnogo orosheniia k usloviyam selskogo khoziaistva Kyrgyzskoi Respubliki // Vestnik Kyrgyzskogo natsionalnogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skriabina. – 2016. – No. 4 (40). – S. 57-60.
3. Aliev Z.G. Primenimost tekhniki i tekhnologii kapelnogo orosheniia v usloviakh Azerbaidzhana // Agrobiznes i ekologiya. – 2015. – T. 2. – No. 2. – S. 6-7.
4. Khailov O.V., Solovev N.M., Godlevskaia E.V., Ptashkina-Girina O.S., Starshikh V.V., Maksimov E.A. Ustroistvo dlia ochistki prirodnokh i

stochnykh vod ot mekhanicheskikh primesei. Patent Rossiiskoi Federatsii No. 2525905, MPK B01D 25/00, B01D 29/56, C02F 1/62 Biul. No. 23, 2014.

5. Bezrodnov N.A., Kuznetsov P.I., Melikhov V.V., Konstantinova T.G. Ustanovka dlia ochistki vody preimushchestvenno dlia sistem kapelnogo orosheniia. Patent Rossiiskoi federatsii No. 2411719. MPK A01G 25/09. Biul. No. 5, 2011.

6. Rogachev A.F., Saldaev A.M., Eliseev A.K., Rogachev D.A. Ustanovka dlia prigotovleniia i

vneseniia udobritelnykh rastvorov s polivnoi vodoi v sistemakh kapelnogo orosheniia. Patent Rossiiskoi Federatsii No. 2219698. MPK A01S 23/04, A01G 25/02. Biul. No. 36, 2003.

7. Shmidt D., Vasileva E.S. Mitilineos A.G. Orekhov E.E. Vilkova A.N., Frolova M.A. Sistema ochistki zhidkosti. Patent Rossiiskoi Federatsii No. 2686199. MPK C01F 1/00 B01J 20/00. Biul. No. 12, 2019.

УДК 631.371:621.31 **А.А. Болтенков, Е.А. Сарсенбаев, М.В. Селивёрстов, Н.Т. Каликасов**
DOI: 10.53083/1996-4277-2021-202-08-102-107

A.A. Boltentkov, E.A. Sarsenbaev, M.V. Seliverstov, N.T. Kalikasov

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ НАГРЕВОМ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ДИСК

INTELLECTUALIZATION OF CONTROL PROCESSES AND MONITORING OF ELECTRIC CONTACT HEATING DURING RESTORATION OF DISC-TYPE PARTS

Ключевые слова: электрический контакт, контактная поверхность, температура нагрева, интеллектуальный контроль, восстановление режущей способности, электромеханическое деформирование, деталь типа диск.

Получена модифицированная функция преобразования интеллектуального датчика температуры контактной поверхности (ИД ТКП) электрического контакта «формирующий электрод-деталь», оказывающей существенное влияние на качество восстановления режущей кромки дисков почвообрабатывающих машин, которая лишь незначительно может превышать температуру рекристаллизации материала детали. Настройка датчика на восстановление конкретной детали достигается разработкой и программированием на микроконтроллере функции преобразования и хранения в энергонезависимой памяти интеллектуальной системы режимных параметров. Целью работы является уточ-

нение функции преобразования ИД ТКП и обоснование возможности её применения к решению поставленной задачи контроля и управления. Весь процесс восстановления разбивается на 2 стадии: статическую (без вращения детали), продолжительностью 1-2 с, на которой осуществляется контроль температуры в режиме динамического мониторинга, и динамическую с заданной скоростью вращения диска. В качестве физической модели процесса на 1-й стадии рассматривается плоский контакт «электрод-деталь» с выделенным по центру тонким составным теплоизолированным с торцов и боковой поверхности стержнем. С помощью численного эксперимента показано, что введение в исходную функцию преобразования полинома с 3 поправочными коэффициентами позволяет уменьшить методическую погрешность косвенных измерений температуры контактной поверхности до 0,5°C на интервале времени от 1,2 до 1,9 с (материал электрода – электрокерамика).