

10. Filippov A. I., Zayats E. V., Stukanov S. V., Chebotarev V. P., Puzevich K. L. Review of working bodies of row cultivators and development of new ones in the concept of ecological agriculture. Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. 2020. No 4. Pp. 121-126.
11. Zhuchenko A. V., Oberemok V. A. Combined method of basic tillage and comparative energy assessment of various technological processes of tillage. Polythematic network electronic scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2016. No. 116. Pp. 373-386.
12. Dzhabborov N. I., Dobrinov A. V., Semenova G. A. Determination of energy-technological parameters of dynamic tillage units. Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University. 2017. No 49. Pp. 252-259.
13. Dobrinov A. V., Dzhabborov N. I., Sukhoparov A. I. Indicators for assessing the effectiveness and environmental safety of technologies and technical means of production of crop production. Agroecoengineering. 2022. No 3 (112). Pp. 39-50.
14. Trembovelsky L. G., Griff M. I. Assessment of environmental safety of tractors, machinery and equipment. Tractors and agricultural machines. 2015. No 8. Pp. 45-49.
15. Dmitriev S. A., Tarasenko B. F. Ecological impact of machine propellers on soil and environment safety in agriculture. Emergencies: industrial and environmental safety. 2018. No. 3 (35). Pp. 129-134.
16. Gureev I. I. Ecological efficiency of a complex of tillage machines for mechanization of promising agrotechnologies. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2015. No 4. Pp. 71-73.
17. Valge A. M. Data processing in EXCEL by examples: methodological guide. St. Petersburg: GNU NWNIMESH of the Russian Agricultural Academy, 2010. 104 p.
18. Surkin V. I., Petelin A. A., Fedoseev S. Yu. Reducing the smokiness of diesel exhaust gases by disconnecting part of the cylinders. Bulletin of the South Ural State University. Series: mechanical engineering. 2012. No 33 (292). Pp. 69-74.

Информация об авторах

Джаббаров Нозим Исмоилович, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела агроэкологии в растениеводстве, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Российская Федерация, 196634, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филътровское шоссе, д. 3), e-mail: nozimjon-59@mail.ru.

Косульников Роман Анатольевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой "Технические системы в сельском хозяйстве", декан инженерно-технологического факультета, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26), e-mail: itfkosulnikov@yandex.ru

Добринов Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела агроэкологии в растениеводстве, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Российская Федерация, 196634, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филътровское шоссе, д. 3), e-mail: a.v.dobrinov@yandex.ru.

Комоедов Алексей Дмитриевич, младший научный сотрудник отдела агроэкологии в растениеводстве, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Российская Федерация, 196634, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филътровское шоссе, д. 3), e-mail: komoedov.alexey@yandex.ru.

Author's Information

Dzhabborov Nozim Ismoilovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Leading researcher of the Department of Agroecology in Crop Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (Russian Federation, 196634, Saint Petersburg, Tyarlevo, Filtrovskoye Shosse, 3) nozimjon-59@mail.ru

Kosulnikov Roman Anatolyevich, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of "Technical Systems in Agriculture", Dean of the Faculty of Engineering and Technology, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), E-mail: itfkosulnikov@yandex.ru

Dobrinov Aleksandr Vladimirovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Senior researcher of the Department of Agroecology in Crop Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (Russian Federation, 196634, Saint Petersburg, Tyarlevo, Filtrovskoye Shosse, 3), a.v.dobrinov@yandex.ru.

Komoedov Alexey Dmitrievich, Junior researcher Department of Agroecology in Crop Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (Russian Federation, 196634, Saint Petersburg, Tyarlevo, Filtrovskoye Shosse, 3), komoedov.alexey@yandex.ru.

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-30

JUSTIFICATION OF THE MAIN INDICATORS OF RELIABILITY AND FAILURE-FREE OPERATION OF DRIP IRRIGATION SYSTEMS DURING OPERATION

Ovchinnikov A. S., Akhmedov A. D., Lipsky D. D., Babaev D. E.

*Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: askar-5@mail.ru

Received 15.11.2023

Submitted 31.01.2024

Summary

Currently, in order to increase the reliability and reliability of drip irrigation systems as a result at the stage of operation of the facility, it is necessary to take into account the results of assessing the influence of design, technological, design and operational factors on the performance of drippers.

Abstract

Introduction. In modern conditions, when growing crops, the performance of drip irrigation systems largely depends on the reliability of the drippers. In this regard, to improve the reliability and quality of the elements of drip irrigation systems, it is first of all possible to increase the operational reliability of the systems. **Object.** The object of the study is the operational reliability and reliability of drip irrigation systems. **Materials and methods.** This article substantiates the theory of reliability of drip irrigation systems. It has been established that during the operation of drip irrigation, the reliability of operation of drip irrigation systems largely depends on the materials used in manufacturing, their design parameters, and operating modes. To establish the reliability of drip irrigation systems, the method of mathematical statistics is used, i.e., the law of time-to-failure distribution. **Results and conclusions.** The study found that the performance of a dripper with a change in diameter from 1.0 mm to 2.0 mm and a turbidity of irrigation water of 2.0 g/l improves from 58 to 96 %, respectively. In addition, with an increase in the diameter of the dropper from 1.0 mm to 1.5 mm, the probability of failure-free operation of the dropper changes within the range $P(t) = 0.58-1.0$, and when changing from 1.5 mm to 2.0 mm $P(t) = 0.80-1.0$. These data are greater than the recommended reliability coefficient of 0.798. Based on the analysis and data obtained, we supplemented the existing structural diagram of the operational reliability of the drip irrigation system as a fourth factor – human. The issues of theoretical justification and practical application of information and analytical drip irrigation control systems are considered.

Keywords: drip irrigation systems, water turbidity, water suitability, probability of uptime, dripper diameter, operational reliability of irrigation systems.

Citation. Ovchinnikov A. S., Akhmedov A. D., Lipsky D. D., Babaev D. E. Justification of the main indicators of reliability and failure-free operation of drip irrigation systems during operation. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 1(73). 263-271 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-30.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.347

ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОТКАЗНОСТИ РАБОТ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Овчинников А. С., академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Ахмедов А. Д., доктор технических наук, профессор

Липский Д. Д., аспирант

Бабаев Д. Э., аспирант

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Российская Федерация

Введение. В настоящее время для повышения надежности и безотказности систем капельного полива в качестве результата на стадии эксплуатации объекта необходимо учитывать результаты оценки влияния на работоспособность капельниц конструкторские, технологические, проектные и эксплуатационные факторы. **Актуальность.** В условиях современности при выращивании сельскохозяйственных культур работоспособность систем капельного полива в значительной мере зависит от надежности работ капельниц. В связи с этим для повышения надежности и качества элементов систем капельного полива, прежде всего можно повышать эксплуатационной надежности систем. **Объект.** Объектом исследования являются эксплуатационной надежность и безотказность систем капельного орошения. **Материалы и методы.** В данной статье обоснована теория надёжности систем капельного орошения. При этом установлено, что при эксплуатации капельного полива надежность работы систем капельного орошения во многом зависит от применяемых материалов при изготовлении, их конструктивных параметров, режимов эксплуатации. Для установления надежности систем капельного орошения используется метод математической статистики, т. е. закон распределения наработки до отказа. **Результаты и выводы.** В ходе исследования установлено, что работоспособность капельницы с изменением диаметров от 1,0 мм до 2,0 мм при мутности поливной воды 2,0 г/л улучшается соответственно от 58 до 96 %. Кроме того, с увеличением диаметров капельницы от 1,0 мм до 1,5 мм вероятность безотказной работы капельницы изменяется в пределах $P(t) = 0,58-1,0$, а при изменении от 1,5 мм до 2,0 мм $P(t) = 0,80-1,0$. Эти данные больше, чем рекомендуемый коэффициент надежности 0,798. На основе проведенного анализа и полученных данных существующая структурная

схема эксплуатационную надежность системы капельного орошения нами была дополнена как четвертый фактор – человеческий. Рассмотрены вопросы теоретического обоснования и практического применения информационно-аналитических систем управления капельным поливом.

Ключевые слова: системы капельного орошения, мутности воды, степень пригодности воды, вероятность безотказной работы, диаметр капельницы, эксплуатационная надежность систем орошения.

Цитирование. Овчинников А. С., Ахмедов А. Д., Липский Д. Д., Бабаев Д. Э. Обоснование основных показателей надежности и безотказности работ систем капельного полива при эксплуатации. *Известия НВ АУК*. 2024. 1(73). 263-271. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-30.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. В условиях современности при выращивании сельскохозяйственных культур применяются различные виды полива. Каждый вид орошения имеет свои преимущества и недостатки. Поэтому при выборе способа полива необходимо учитывать, прежде всего, виды растений, стоимость системы орошения и водно-энергетические затраты [13].

Учитывая различные виды орошения можно отметить, что при капельном поливе в соответствии с потребностью растений, вода непосредственно поступает в прикорневую систему. Через капельницы, также можно с поливной водой подкормить растения минеральными удобрениями, что способствует уменьшению нормы удобрений в 1,5-2 раза [12, 15].

Целью работы является обоснование основных показателей надежности и безотказности систем капельного полива путем повышения работоспособности капельниц в условиях эксплуатации.

Материалы и методики. При эксплуатации капельного полива можно использовать различные капельные ленты, отличающие между собой по диаметру, толщине стенок, расстоянию между капельницами (эмиттерами) и т. п. При этом надежность работы систем капельного полива (СКП) во многом зависит от применяемых материалов при изготовлении, их конструктивных параметров, режимов эксплуатации.

В настоящее время при выращивании овощных культур в основном применяется капельное орошение, позволяющие своевременно и качественно осуществлять поливы, увлажнять почвы непосредственно прикорневую зону каждого растения, делать подкормку и противозаморозковые поливы. В связи с этим за определенный промежуток времени на основе полученной информации можно судить о надежности системы капельного полива в процессе эксплуатации [9, 14].

Зная, что СКП состоит из большого разнообразия комплектующих элементов с показателями безотказности $P_1(t)$, $P_2(t)$... $P_n(t)$, поэтому во время эксплуатации системы капельного полива отказы могут возникать как внезапно, так и постепенно. При этом в зависимости от характера отказа одного элемента (внезапно или постепенно) может нарушаться полностью вся поливная система [1, 3]. Согласно выше изложенному получим:

$$P(t) = C_1 P_1(t) + C_2 P_2(t), \quad (1)$$

где C_1 и C_2 – соответственно частота внезапных и постоянных отказов; $P_1(t)$ и $P_2(t)$ – соответственно при внезапном и постоянном отказе вероятность безотказной работы элементов систем капельного полива.

При этом если случайная величина t (наработка до отказа) имеет плотность распределения $f(t)$, то вероятность безотказной работы можно записать:

$$P(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t f(t) dt, \quad (2)$$

где функцию $F(t)$ называют также вероятностью отказа элемента до момента t .

Продифференцируем выражение (2) и получим:

$$\frac{dP(t)}{dt} = -f(t) \text{ или } f(t) = -\frac{dP(t)}{dt} = -P'(t), \quad (3)$$

Заменив $-\frac{dP(t)}{dt}$ через $-\frac{dF(t)}{dt}$ и $F'(t)$, будем иметь

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = F'(t), \quad (4)$$

где $f(t)$ – плотность вероятности, т. е. производная от вероятности отказа систем капельного полива.
 Интенсивность отказа можно выразить в виде:

$$\omega(t) = \frac{f(t)}{P(t)}. \quad (5)$$

В формуле (5) заменим $f(t) = -\frac{dP(t)}{dt}$, тогда и получим:

$$\omega(t) = -\frac{dP(t)}{dt \cdot P(t)} \text{ или } P(t) = P(t)\omega(t)dt, \quad (6)$$

Зная, что

$$\frac{dP(t)}{dt} = -f(t), \text{ то } -dP(t) = f(t)dt, \quad (7)$$

то получим:

$$f(t)dt = P(t)\omega(t)dt. \quad (8)$$

Формула (8) в промежутке времени $(t, t + \tau)$ отражает количество отказавших капельниц при эксплуатации СКП. Если система работает безотказно до времени t , то тогда в интервале времени $(t, t + \tau)$ сомножитель $\omega(t)dt$ показывает вероятностью безотказности работ данного система.

По мнению академика Ц. Е. Мирцхулава [6] и других авторов различные виды отказов при эксплуатации СКП носят случайный характер. Поэтому при установлении критерий отказов их учет необходим [2, 5].

Источниками полива при эксплуатации капельного орошения могут стать подземные воды, каналы, открытые водоемы и т. п. Поэтому как отмечали ранее, основной причиной отказов капельниц и в том числе фильтров является нарушение требований к качеству поливной воды [9].

Пригодность воды по степени действия на элементы системы капельного орошения оценивается по разным показателям (таблица 1) [4]. Если качество воды не соответствует для использования орошения, то ее предварительного необходимо обработать.

Таблица 1 – Показатели пригодности воды для использования капельных систем
 Table 1 – Indicators of water suitability for the use of drip systems

Название показателя / Indicator name	Степень пригодности воды / Degree of water suitability		
	Пригодна / Suitable	условно пригодна / conditionally suitable	непригодна / Unusable
Общая минерализация, мг/л / Total mineralization, mg/l	< 500	500-2000	> 2000
Показатель pH / pH value	6-7	7-8	> 8
Содержание марганца, мг/л / Manganese content, mg/l	< 0,1	0,1-1,5	> 1,5
Содержание железа, мг/л / Iron content, mg/l	< 0,2	0,2-1,5	> 1,5
Содержание сероводорода, мг/л / Hydrogen sulfide content, mg/l	< 0,2	0,2-2,0	> 2,0
Количество бактерий, ед./л / Number of bacteria, units/l	< 10·10 ⁶	10·10 ⁶ -50·10 ⁶	> 50·10 ⁶
Границы индекса стабильности воды, I _c / Boundaries of the Water Stability Index, I _c	– 0,5 < I _c < + 0,5	– 0,5 < I _c < + 0,5	– 0,5 < I _c < + 0,5

Результаты и их обсуждение. Для оценки определения безотказности объекта существует много причин. На рисунке 1 показаны некоторые примеры деятельности, которая требует определения оценки безотказности в качестве входных данных. Например, для расчета необходимых запчастей при эксплуатации объекта необходимо знание интенсивности отказов объекта и допустимого периода простоя.

Необходимо отметить, что на различных стадиях жизненного цикла объекта для оценки показатель безотказности могут быть задан различными способами, например в виде: средняя наработка до отказа (MTTF), средняя наработка между отказами (MTBF), продолжительность безотказной работы, время до отказа.



Рисунок 1 – Методы, использующие в качестве входных данных оценку безотказности
Figure 1 – Methods using reliability assessment as input data

С целью определения надежности и безотказности работы капельницы при разных диаметрах, в зависимости от мутности поливной воды, проводился полевой опыт. Установлено, что работоспособность капельницы с мутностью поливной воды 2,0 г/л при изменении диаметров отверстия от 1,0 до 2,0 мм повышается соответственно с 58 до 96 % (рисунок 2).

С целью определения надежности и безотказности работы при разных диаметрах капельницы нами проводился полевой опыт в зависимости от мутности поливной воды. Для исследования принимали три варианта диаметра капельницы: 1) $d = 1,0$ мм; 2) $d = 1,5$ мм; 3) $d = 2,0$ мм. При этом на всех вариантах мутность поливной воды составила 2,0 г/л. Следует отметить, что крупность твердых частиц во всех опытах не превышала 1/3 часть диаметр капельницы.

На основе полученных данных (рисунок 2) можно отметить, что при диаметре капельницы $d = 1,0$ мм вероятность безотказной работы систем капельного орошения в зависимости от мутности воды находится в пределах 0,58-0,99, а при $d = 1,5$ мм – $P(t) = 0,80-1,0$. При этом, чем выше мутность воды, тем ниже вероятность безотказной работы. С увеличением диаметров капельницы от 1,5 мм до 2,0 мм вероятность безотказной работы капельницы изменяется в пределах $P(t) = 0,91-1,0$. Эти данные больше, чем рекомендуемый Науменко И. И. и Токар А. И. коэффициент надежности 0,798, т. е. коэффициент надежности в большинстве случаев равняется или приближен к единице.

Таким образом, полученные данные показывают, что вероятность безотказной работы капельницы в основном зависит от диаметра поливного отверстия и мутности оросительной воды.

На основе полученных результатов установлено, что повышая эксплуатационную надежность систем капельного полива можно улучшить качество и надежность ее элементов.

Подводя итог, можно отметить, что все виды отказов можно разделить на три основные группы. На основе проведенного анализа существующая структурная схема нами была дополнена как четвертый элемент – человеческий фактор (рисунок 3).

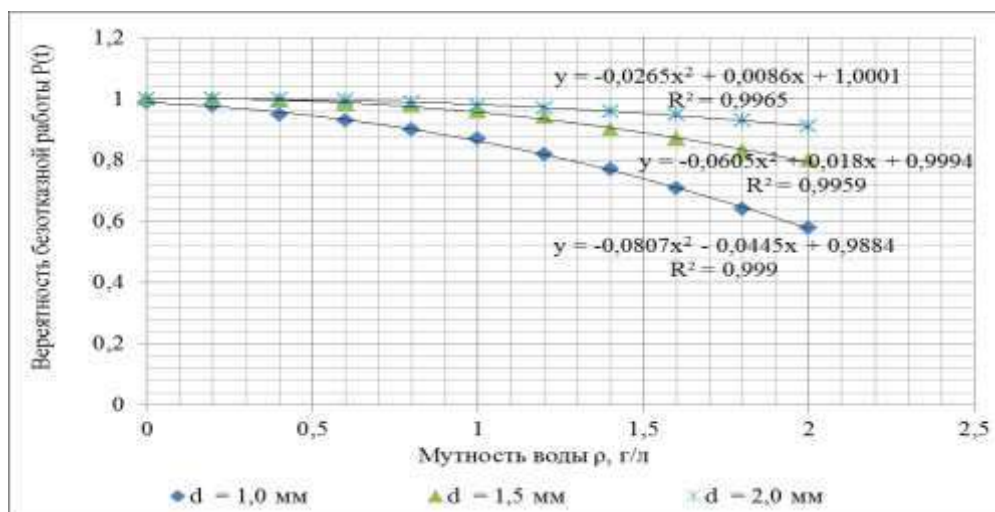


Рисунок 2 – Графическая зависимость вероятности безотказной работы при разных диаметрах капельницы в зависимости от мутности воды
Figure 2 – Graphical representation of the probability of failure-free operation at different dropper diameters depending on the turbidity of the water



Рисунок 3 – Структурная схема факторов влияющих на продолжительность безаварийной эксплуатации системы капельного орошения
Figure 3 – Structural diagram of factors influencing duration trouble-free operation of the drip irrigation system

Далее для автоматизации и для получения достоверных сведений с применением капельного полива нами в ходе исследований будут решаться конкретные практические задачи, а именно получение достоверных сведений о текущем водном режиме почвы и необходимости полива для растений. Структура системы по нашему мнению составляет набор датчиков необходимых для получения сведений по состоянию почвы и растений на основании, которых будет произведен анализ и оценка полученной информации.

На основе автоматизированных технологий использование информационных систем является наиболее перспективным направлением по повышению эффективности управления сельскохозяйственным производством. Эти системы дают возможность решать самые разные задачи, в том числе информационную поддержку принятия решений, мониторинг состояния посевов и агротехнических операций, а также их планирование.

Расположение датчиков структурировано и может иметь конфигурацию двух различных форм для 9 и 13 единиц. Варианты схемы расположения датчиков на участке поля представлены на рисунке 4.

В целом, поступающие в базу данных сведения в основном будут отражать работу поливной системы и показатели водно-физических свойств почвы. Следовательно, через датчики в автоматическом режиме по беспроводным каналам связи будет собираться основная информация на компьютер, и преобразовываться в удобную для восприятия наглядную форму [8].

В ходе исследования установлено, что современное развитие любой отрасли невозможно без внедрения комплекса автоматизированных технологий, которые повышают производительность труда, сокращают расходы и снижают себестоимость на возделывания сельскохозяйственных культур. С точки зрения науки при этом повышается эколого-экономическая эффективность использования капельного полива.

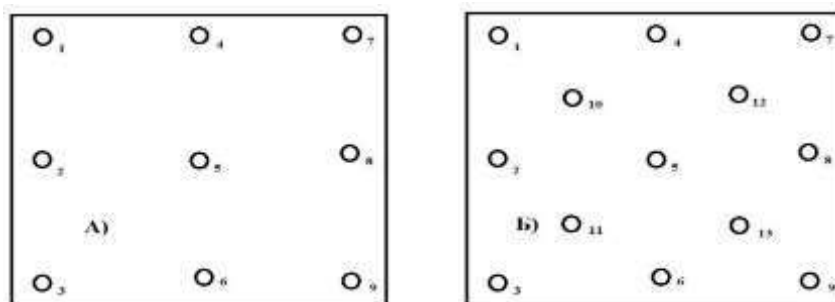


Рисунок 4 – Варианты схемы расположения датчиков на участке поля: 1-13 датчики
Figure 4 – Options for the layout of sensors in a field area

Закключение. В заключение можно отметить, что при мутности поливной воды 2,0 г/л работоспособность с увеличением диаметров капельницы от 1,0 мм до 2,0 мм улучшается соответственно от 58 до 96 %. С изменением диаметров капельницы от 1,0 мм до 1,5 мм вероятность безотказной работы капельницы изменяется в пределах $P(t) = 0,58-1,0$, а при изменении от 1,5 мм до 2,0 мм $P(t) = 0,80-1,0$. Эти данные больше, чем рекомендуемый Науменко И. И. и Токар А. И. коэффициент надежности – 0,798. Учитывая все это необходимо отметить, что путем повышения эксплуатационной надежности систем капельного полива можно улучшать качество и надежность ее элементов.

Conclusions. In conclusion, it can be noted that with irrigation water turbidity of 2.0 g/l, performance improves from 58 to 96% with increasing dropper diameters from 1.0 mm to 2.0 mm. With a change in the diameters of the dropper from 1.5 mm to 2.0 mm, the probability of failure-free operation of the dropper changes within the range $P(t) = 0.80-1.0$. These data are greater than the recommended reliability coefficient of 0.798. Taking all this into account, it is necessary to note that by increasing the operational reliability of drip irrigation systems, it is possible to improve the quality and reliability of its elements.

Библиографический список

1. Алиев З. Г. Изучение параметров и надежности системы малоинтенсивного орошения для работы в условиях горного земледелия в Азербайджане. Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 10-2. С. 196-200. <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=10632>.
2. Ахмедов А. Д. Гидравлические параметры трубчатых увлажнителей различных конструкций. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 4 (56). С. 381-389.
3. Ахмедов А. Д., Джамалетдинова Е. Э., Шкода В. А. Показатели надежности и основные виды отказов элементов систем капельного орошения. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 2 (50). С. 303-310.
4. Васильев С. М., Шура В. Н., Штанько А. С. Капельные оросительные системы: учебное пособие. М., 2019. 179 с.
5. Курбанов С. А., Бородычев В. В., Лытов М. Н. Функциональная схема анализа данных и выработки управляющих решений на основе геоинформационной системы управления орошением. Проблемы развития АПК региона. 2018. № 4 (36). С. 65-70.
6. Мирцхулава Ц. Е. О качестве, надёжности оросительных систем и о прогнозе ущерба от снижения уровня надёжности. Доклады ВАСХНИЛ. 1977. № 12. С. 33-35.
7. Науменко И. И., Токар А. И. Оценка надёжности работы капельниц. Мелиорация и водное хозяйство. 1986. № 65. С. 84-87.

8. Николаенко А. Н., Кавокин А. А. Концепция развития информационно-аналитической системы «мелиорация». Природообустройство. 2019. № 3. С. 6-13.
9. Новикова И. В., Лулева Е. Н., Грицай А. В. Средства и технологии водоподготовки для капельного орошения сельскохозяйственных угодий. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 3 (35). С. 1-17.
10. Овчинников А. С., Бочарников В. С., Тронеv С. В., Мещеряков М. П., Бочарникова О. В., Несмиянов И. А., Воробьева Н. С. Оптимизация основных параметров трубчатых оросительных систем. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 2 (50). С. 303-309.
11. Рогачев А. Ф., Мелихова Е. В. Компьютерное моделирование и параметризация в среде MathCAD контуров увлажнения при капельном орошении. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 4 (64). С. 367-378.
12. Штанько А. С., Шкура В. Н. Способ графоаналитического построения очертания контуров капельного увлажнения почв. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2018. № 1(29). С. 67-85. <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=526&id=531>.
13. Akhmedov A. D., Borovoy E. P., Khodiakov E. A. Water-saving technologies for vegetables in the south of Russia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: Conference on Innovations in Agricultural and Rural development. 2019. V. 341. 012105.
14. Karimi B., Karimi N., Shiri J., Sanikhani H. Modeling moisture redistribution of drip irrigation systems by soil and system parameters: regression-based approaches. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 2022. No 36. Pp. 157-172.
15. Ovchinnikov A. S., Borodychev V. V., Lytov M. N., Bocharnikov V. S., Fomin S. D., Bocharnikova O. V., Vrontsova E. S. Optimum control model of soil water regime under irrigation. Bulgarian journal of agricultural Science. 2018. № 24 (5). Pp. 909-913.

References

1. Aliev Z. G. Study of the parameters and reliability of a low-intensity irrigation system for work in mountain farming conditions in Azerbaijan. International Journal of Experimental Education. 2016. No 10-2. Pp. 196-200. <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=10632>.
2. Akhmedov A. D. Hydraulic parameters of tubular humidifiers of various designs. News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: science and higher professional education. 2019. No. 4 (56). Pp. 381-389.
3. Akhmedov A. D., Dzhamaletdinova E. E., Skoda V. A. Reliability indicators and main types of failures of elements of drip irrigation systems. News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: science and higher professional education. 2018. No. 2 (50). Pp. 303-310.
4. Vasilyev S. M., Shkura V. N., Shtanko A. S. Drip irrigation systems: textbook. M., 2019. 179 p.
5. Kurbanov S. A., Borodychev V. V., Lytov M. N. Functional diagram of data analysis and development of management decisions based on a geographic information system for irrigation management. Problems of development of the regional agro-industrial complex. 2018. No 4(36). Pp. 65-70.
6. Mirtskhulava T. E. On the quality, reliability of irrigation systems and the forecast of damage from a decrease in the level of reliability. Reports of VASKhNIL. 1977. No 12. Pp. 33-35.
7. Naumenko I. I., Tokar A. I. Assessing the reliability of the operation of droppers. Reclamation and water management. 1986. No. 65. Pp. 84-87.
8. Nikolaenko A. N., Kavokin A. A. Concept of development of the information and analytical system "reclamation". Nature Management. 2019. No 3. Pp. 6-13.
9. Novikova I. V., Luneva E. N., Gritsay A. V. Means and technologies of water treatment for drip irrigation of agricultural land. Scientific journal of the Russian Research Institute for Land Reclamation Problems. 2019. No 3 (35). Pp. 1-17.
10. Ovchinnikov A. S., Bocharnikov V. S., Tronev S. V., Meshcheryakov M. P., Bocharnikova O. V., Nesmiyanov I. A., Vorobyova N. S. Optimization of the main parameters of tubular irrigation systems. Proc. of the Lower Volga Agro-University Complex: science and higher professional education. 2018. No 2 (50). Pp. 303-309.
11. Rogachev A. F., Melikhova E. V. Computer modeling and parameterization in the MathCAD environment of humidification contours for drip irrigation. News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: science and higher professional education. 2021. No 4 (64). Pp. 367-378.
12. Shtanko A. S., Shkura V. N. Method of graphic-analytical construction of the contours of drip moistening of soils. Scientific journal of the Russian Research Institute for Reclamation Problems. 2018. No 1 (29). Pp. 67-85. <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=526&id=531>.
13. Akhmedov A. D., Borovoy E. P., Khodiakov E. A. Water-saving technologies for vegetables in the south of Russia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: Conference on Innovations in Agricultural and Rural development. 2019. V. 341. 012105.
14. Karimi B., Karimi N., Shiri J., Sanikhani H. Modeling moisture redistribution of drip irrigation systems by soil and system parameters: regression-based approaches. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 2022. No 36. Pp. 157-172.
15. Ovchinnikov A. S., Borodychev V. V., Lytov M. N., Bocharnikov V. S., Fomin S. D., Bocharnikova O. V., Vrontsova E. S. Optimum control model of soil water regime under irrigation. Bulgarian journal of agricultural Science. 2018. № 24 (5). Pp. 909-913.

Информация об авторах

Овчинников Алексей Семенович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: volgau@volgau.com

Ахмедов Аскар Джангир оглы, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: askar-5@mail.ru

Липский Дмитрий Дмитриевич, аспирант, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: mityalipcky@yandex.ru

Бабаев Джавид Эльханович, аспирант, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: dbabaev1996@yandex.ru

Author's Information

Ovchinnikov Aleksey Semenovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Use, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: volgau@volgau.com

Ahmadoev Askar Jangir, Doctor of Engineering Sciences, Professor of Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: askar-5@mail.ru

Lipskiy Dmitriy Dmitrievich, graduate student, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: mityalipcky@yandex.ru

Babaev Javid Elkanovich, graduate student, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: dbabaev1996@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-31

**ANALYSIS OF THE TECHNICAL LEVEL OF GRASS STRIP SEEDING MACHINES
IN THE TURF OF THE MPTD FAMILY**

¹Fedorova O. A., ¹Ryadnov A. I., ²Tekushev A. Kh., ²Chaplygin M. E.,
³Revenko V. Yu., ²Davydova S. A.

¹Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation

²Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM»
Moscow, Russian Federation

³Federal Research Center «V. S. Pustovoit All-russian scientific research institute of oil crops»
Krasnodar, Russian Federation

Corresponding author E-mail: alex.rjadnov@mail.ru

Received 10.11.2023

Submitted 12.12.2023

**The research work was carried out in accordance with the topic of the state task No. FGUN–2022–0007
To develop innovative complexes of machines with elements of robotics for breeding and seed
production of cereals, legumes and oilseeds using electrophysical methods of exposure**

Summary

Currently, weak technical equipment remains a deterrent to highly efficient harvesting of high-quality feed, the renewal of agricultural machinery lags behind the rate of its disposal by 3...4 times. The article discusses the results of research on agrotechnical and energy indicators of machines for strip sowing of grasses in the turf of the MPTD family, developed on the basis of the FSAC VIM.

Abstract

Introduction. The development of feed production is a strategic direction in the development of rational nature management in agriculture in Russia. Natural and seeded forage lands are one of the main sources of feed for livestock. However, significant areas of hayfields and pastures, both in terms of yield and the quality of grasses growing on them, do not meet the requirements of animal husbandry: low productivity of natural forage lands – 7...13 kg/ha of dry matter, unsatisfactory condition of natural lands, extensive system of grassland management, etc. The average annual rate of degradation of grass stands continues to increase due to the lack of advanced technologies and machines for improving forage lands. One of the options for surface improvement of pastures and hayfields is strip processing of sod and planting grasses in the treated strips. **Object.** The object of research is the machines developed on the basis of the FSAC VIM for strip sowing of grasses in the turf of the MPTD family. **Materials and methods.** The necessary calculations were carried out on the basis of well-known dependencies of efficiency theory and mathematical analysis, optimization methods, and probability theory. Field research was carried out in accordance with current methodological requirements and standards. **Results and conclusions.** The analysis of agrotechnical and energy indicators developed on the basis of FSAC VIM machines for strip sowing of grasses in the turf of the MPTD family on the basis of field tests was carried out. As a result, the use of special grassland equipment is justified, which provides an increase in productivity and improvement of the species composition of the herbage of cultivated and natural forage lands with an increase in the yield of grasses by 1.8...2.5 times and a reduction in the consumption of fuel and lubricants by 30...40%.

Keywords: strip sowing of grasses, fodder lands, machine and tractor units.

Citation. Fedorova O. A., Ryadnov A. I., Tekushev A. Kh., Chaplygin M. E., Revenko V. Yu., Davydova S. A. Analysis of the technical level of grass strip seeding machines in the turf of the MPTD family. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 1 (73). 271-283 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-31.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.