

Достижения науки и техники

АПК

Ежемесячный
теоретический
и научно-практический
журнал

Учрежден Министерством
сельского хозяйства РФ
и ООО «Редакция журнала
«Достижения науки и техники АПК»

Основан в июле 1987 года

3, март, 2019, том 33

**Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации
на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.**

**Журнал входит в базу данных российских научных журналов
Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР Коршунов А. В.

доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН (Москва, Россия)

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Балакирев Н. А.

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, зав. кафедрой Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина (Москва, Россия)

Баталова Г. А.

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, заместитель директора Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого (Киров, Россия)

Бунин М. С.

доктор сельскохозяйственных наук, директор ЦНСХБ (Москва, Россия)

Васенев И. И.

доктор биологических наук, заведующий кафедрой РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

Ганиева И. А.

доктор экономических наук, директор департамента Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Москва, Россия)

Гудковский В. А.

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, зав. отделом Федерального научного центра им. И.В. Мичурина (Мичуринск, Россия)

Гулюкин М. И.

доктор ветеринарных наук, академик РАН, заведующий отделом ВНИИ экспериментальной ветеринарии (ВИЭВ) (Москва, Россия)

Завражнов А. И.

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, зав. лабораторией агрохимии азота и биологического азота ВНИИ агрохимии (Москва, Россия)

Зиновьева Н. А.

доктор технических наук, академик РАН, главный научный сотрудник Мичуринского ГАУ (Мичуринск, Россия)

Калашников В. В.

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор ВИЖ имени Л.К. Эрнста (Москва, Россия)

Каличенко В. К.

доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН (Новосибирск, Россия)

Лачуга Ю. Ф.

доктор технических наук, академик РАН, академик-секретарь Отделения сельского хозяйства РАН (Москва, Россия)

Лобачевский Я. П.

доктор технических наук, член-корреспондент РАН, первый заместитель директора Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (Москва, Россия)

Лукин Н. Д.

доктор технических наук, директор ВНИИ крахмалопродуктов – филиала Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН (Москва, Россия)

Лукин С. В.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор Белгородского государственного национального исследовательского университета (Белгород, Россия)

Лукомец В. М.

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, врио директора ВНИИ масличных культур (Краснодар, Россия)

Мазитов Н. К.

доктор технических наук, член-корреспондент РАН, профессор Казанского ГАУ (Казань, Россия)

Надежкин С. М.

доктор биологических наук, заместитель директора ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур (Москва, Россия)

Синеговская В. Т.

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор ВНИИ сои (Благовещенск, Россия)

Соколов М. С.

доктор биологических наук, академик РАН, научный консультант ВНИИ фитопатологии (Москва, Россия)

Солошенко В. А.

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, главный научный сотрудник Сибирского федерального научного центра агробиотехнологии РАН (Новосибирск, Россия)

Стрелков Д. С.

доктор технических наук, академик РАН, главный научный сотрудник Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (Москва, Россия)

Сысоев В. А.

доктор технических наук, академик РАН, научный руководитель Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого (Киров, Россия)

Сычев В. Г.

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор ВНИИ агрохимии (Москва, Россия)

Тютюнов С. И.

доктор сельскохозяйственных наук, директор Белгородского федерального аграрного научного центра РАН (Белгород, Россия)

Харченко П. Н.

доктор биологических наук, академик РАН, научный руководитель ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии (Москва, Россия)

Чекарчев П. А.

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН (Москва, Россия)

Шарипов С. А.

доктор экономических наук, член-корреспондент РАН, ученый секретарь Татарского института переподготовки кадров агробизнеса (Казань, Россия)

Шкиль Н. А.

доктор ветеринарных наук, заведующий лабораторией Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Шоба С. А.

доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, декан факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Юлдашбаев Ю. А.

доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, декан факультета зоотехнии и биологии РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва, Россия)

ИНОСТРАННЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

Валентини Р.

профессор, Университет Тушия (Витербо, Италия)

Фернандо О. Гарсиа

доктор наук, директор по Латинской Америке и странам Южного конуса Международного института питания растений (Акассусо, Аргентина)

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Полные тексты статей доступны на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>.

Адрес редакции:

107996, ГСП-6, Москва, Б-78,
Садовая-Спасская, 18
«Достижения науки и техники АПК»

Почтовый адрес:

101000, г.Москва, Моспочтамт, а/я 166
<http://www.agroaprk.ru>
E-mail: agroaprk@mail.ru

Журнал зарегистрирован
в Министерстве печати
и информации

Российской Федерации
регистрационный номер

ПИ №77-7665 от 30 марта 2001 года

Отпечатано в типографии

ООО «САМ Полиграфист»

109316, г. Москва, Волгоградский проспект,
42, корп. 5.

Заказ

Перепечатка материалов

только с письменного разрешения редакции

СОДЕРЖАНИЕ

МЕХАНИЗМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

- В. И. Кирюшин.** Научно-инновационное обеспечение приоритетов развития сельского хозяйства 5

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

- В. К. Каличкин, А. И. Павлова, В. Н. Шоба, А. В. Каличкин.** Интеграция оценки агроэкологических и технологических свойств земель 11
- С. В. Лукин, Е. А. Заздравных, Е. А. Празина.** Мониторинг содержания органического вещества в почвах ЦЧО 15
- Д. В. Жуйков.** Мониторинг содержания марганца в агроценозах 19
- И. А. Бобренко, Н. В. Гоман, В. П. Кормин, А. Г. Шмидт.** Влияние птичьего помета на продуктивность картофеля на лугово-черноземной почве южной лесостепи Омской области 23
- В. Г. Власов, Л. Г. Захарова.** Формирование урожайности нового сорта пшеницы мягкой яровой Ульяновская 105 в зависимости от приемов агротехники 26
- З. И. Усанова, П. И. Мигулев.** Продуктивность гибридов кукурузы при программировании урожайности в условиях Верхневолжья 29
- В. Г. Губанов, В. М. Губанова.** Влияние погодных факторов на сбор сухого растительного сырья пряноароматических культур 33
- К. А. Галимов.** Оценка адаптивности коллекционных образцов озимой ржи 37
- В. С. Валежжанин, Н. И. Коробейников.** Изменчивость и характер наследования массы 1000 зерен в диаллельных скрещиваниях пшеницы мягкой яровой 42
- А. В. Алабушев, П. И. Костылев, Е. В. Краснова.** Новые сорта риса селекции АНЦ «Донской» 45

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

- Н. А. Раджабов, В. А. Багиров, К. Х. Даминова, П. М. Кленовицкий, Б. С. Иолчиев, Н. А. Зиновьева, И. Н. Шайдуллин, А. Махмадшоев.** Особенности роста помесного молодняка от скрещивания таджикских аборигенных овец и гибрида второго поколения романовской овцы с архаром 48

CONTENTS

MECHANISM OF MANAGEMENT

- V. I. Kiryushin.** Scientific and Innovative Support of Priorities of Agricultural Development. 5

AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

- V. K. Kalichkin, A. I. Pavlova, V. N. Shoba, A. V. Kalichkin.** Integrative Assessment of Agro-Environmental and Technological Properties of Land 11
- S. V. Lukin, E. A. Zazdravnykh, E. A. Prazina.** Monitoring of Organic Matter Content in the Soils of the Central Chernozem Region 15
- D. V. Zhuikov.** Monitoring of Manganese Content in Agrocenosis 19
- I. A. Bobrenko, N. V. Goman, V. P. Kormin, A. G. Schmidt.** Influence of Poultry Droppings on Potato Productivity on Meadow-Chernozem Soil of the Southern Forest-Steppe of the Omsk Region... 23
- V. G. Vlasov, L. G. Zakharova.** Yield Formation of the New Spring Soft Wheat Variety Ulyanovskaya 105 Depending on the Methods of Agrotechnics 26
- Z. I. Usanova, P. I. Migulev.** The Productivity of Corn Hybrids When Programming Yield in Conditions of the Upper Volga Region. 29
- V. G. Gubanov, V. M. Gubanova.** Influence of Weather Factors on the Yield of Dry Herbal Substances of Spicy-Aromatic Crops. 33
- K. A. Galimov.** Evaluation of Adaptability of Collection Samples of Winter Rye 37
- V. S. Valekzhanin, N. I. Korobeinikov.** Variability and Inheritance of 1000-Kernel Weight in Diallel Crosses of Common Spring Wheat. 42
- A. V. Alabushev, P. I. Kostylev, E. V. Krasnova.** New Rice Varieties, Developed in Agricultural Scientific Center "Donskoy". 45

ANIMAL AND VETERINARY SCIENCE

- N. A. Radzhabov, V. A. Bagirov, K. X. Daminova, P. M. Klenovitsky, B. S. Iolchiev, N. A. Zinovieva, I. N. Shaydullin, A. Makhmadshoyev.** Peculiarities of Crossbred Young Stock Bred by Crossing of Tajik Aboriginal Sheep and Hybrid of the Second Generation of Romanov Sheep with Argali 48

Т. О. Дмитриева, Х. А. Амерханов, А. В. Егиазарян. Селекционный контроль качества молока овцематок катумской мясной породы.....	52
Е. Н. Харченко, Е. В. Ульрих, Е. А. Колокольцова. Эффективность использования полнорационного гранулированного комбикорма для садкового карпа.....	55

МЕХАНИЗАЦИЯ

И. А. Костоварова, С. Л. Шленов, М. П. Замаховский. Повышение эффективности орошения при многофункциональном использовании техники полива.....	58
А. Н. Пирогов, Д. В. Доня, П. А. Резниченко, А. А. Леонов. Влияние параметров реометра на достоверность результатов автоматического контроля образования сычужного сгустка	62

T. O. Dmitrieva, X. A. Amerkhanov, A. V. Egiazaryan. Selective Control of the Quality of Milk Produced by Ewes of the Katumskaya Meat Breed	52
E. N. Kharchenko, E. V. Ulrikh, E. A. Kolkoltsova. Performance Efficiency of Complete Granulated Mixed Feed for Cage Carp..	55

MECHANIZATION

I. A. Kostovarova, S. L. Shlenov, M. P. Zamakhovsky. Irrigation Effectiveness Improvement Using Multifunctional Watering Method..	58
A. N. Pirogov, D. V. Donya, P. A. Reznichenko, A. A. Leonov. Effect of Rheometer Parameters on the Results Reliability of Automatic Control of the Formation of Rennet Clot	62

Повышение эффективности орошения при многофункциональном использовании техники полива

И. А. КОСТОВАРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: prraduga@yandex.ru)
С. Л. ШЛЕНОВ, старший научный сотрудник
М. П. ЗАМАХОВСКИЙ, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», пос. Радужный, 38, Коломенский р-н, Московская обл., 140483, Российская Федерация

Резюме. Исследования проводили с целью определения эффективности использования агрегата-дозатора гидроподкормщика для серийных дождевальных машин. Работу осуществляли в 2017 г. в Московской области, согласно действующей нормативной документации. В состав гидроподкормщика входит агрегат-дозатор для отбора и ввода жидких удобрений, резервуар для жидких удобрений, соединительные трубопроводы с запорно-регулирующей арматурой, приборы контроля давления. Агрегат работает в непрерывном автоматическом режиме по принципу вытеснения равных объемов раствора минеральных удобрений в напорный оросительный трубопровод. Он снабжен сменными поршнями, которые способны работать в 2 режимах (1-й – 0,1...1,0 МПа, 2-й – 0,05...1,0 МПа). Подача удобрений происходит непрерывно при ходе поршня как в одну, так и в другую сторону. Это обеспечивает постоянную равномерность концентрации минеральных удобрений в оросительном трубопроводе. Технический уровень разработки обеспечивает возможность использования гидроподкормщика в сочетании с различными поливными машинами с расходом от 1 до 200 л/с, высокую степень автоматизации процесса, отсутствие дополнительных энергетических затрат для подачи раствора удобрения в поток оросительной воды, равномерность дозирования раствора удобрений, улучшение состояния

окружающей среды. Переносной тип гидроподкормщика позволяет устанавливать его в любой точке оросительной сети. При проведении исследований давление на входе в машину составляло 0,34...0,36 МПа, расход жидкости – 45 л/с, скорость ветра – 0,80...1,55 м/с, поливная норма по длине машины дождевальной электрифицированной кругового действия «Кубань-ЛК1» – 183...244 м³/га, концентрация удобрений в поливной воде – 0,038...0,041%. В среднем коэффициент недостаточного полива был равен 0,13, избыточного полива – 0,17, эффективного полива – 0,70. Коэффициент равномерности орошения составил 82,45 %, что свидетельствует о незначительном влиянии растворенных в указанной концентрации удобрений на равномерность орошения.

Ключевые слова: орошение, многофункциональное использование техники полива, технологии внесения удобрений, гидроподкормщик, распределение дождя, концентрация удобрений.

Для цитирования: Костоварова И. А., Шленов С. Л., Замаховский М. П. Повышение эффективности орошения при многофункциональном использовании техники полива // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 3. С. 58–61. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10315.

При внесении минеральных удобрений с поливной водой появляется возможность полной механизации и автоматизации процесса обеспечения растений элементами питания. Освоение этого способа в практике сельскохозяйственного производства открывает широкие перспективы для использования в орошаемом земледелии различных форм жидких удобрений, позволяет реализовывать более совершенные приемы по обеспечению растений элементами питания [1].

Совмещение операций полива и внесения средств химизации обеспечивает более равномерное их распределение по площади поля и экономное ис-



Рис. 1. Функционально-структурная схема внесения минеральных и органических удобрений с поливной водой.

пользование. В совокупности это приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур, экономии горюче-смазочных материалов, уменьшению нагрузки на экосистему и сокращению сроков окупаемости средств на ирригационное строительство. Одновременно повышается производительность труда, и улучшаются его условия, устраняется механическое повреждение растений и уплотнение пахотного горизонта почвы [2, 3, 4, 5, 6].

Для достижения высокой агроэкономической эффективности фертигации следует учитывать комплекс специфических особенностей внесения средств химизации с поливной водой. Среди них правильный выбор агрохимикатов, их физические и химические свойства, тип почвы и ее влажность, оптимальные сроки и дозы внесения, возделываемая культура и фаза ее развития, техника и нормы полива, качество выполнения соответствующих операций и квалификация исполнителей, технические средства для дозирования и наличие соответствующей технологической оснастки [7].

Главная особенность системы удобрений на орошаемых землях – дробное внесение элементов питания. Подкормки сельскохозяйственных культур осуществляют как однокомпонентными минеральными удобрениями, так и различными их сочетаниями. Эффективность их во многом зависит от вида техники полива и технологии его проведения (рис. 1) [8]. Во ВНИИ «Радуга» разработана функциональная технологическая схема внесения минеральных и органических удобрений с поливной водой с помощью ирригационного оборудования (гидроподкормщика), которая предусматривает все возможные варианты взаимодействия элементов, входящих в такую технологию [9].

Цель исследования – проверить работу агрегата-дозатора гидроподкормщика для серийных дождевальных машин в производственных условиях и оценить степень влияния внесения удобрений на равномерность распределения слоя осадков при дождевании.

Для ее достижения решали следующие задачи: отработать подачу удобрений гидроподкормщиком в производственных условиях;

для каждой фермы и консоли дождевальной машины определить средний слой осадков и соответствующую концентрацию удобрений;

вычислить коэффициенты равномерности орошения, эффективного, недостаточного и избыточного полива;

выявить допустимые концентрации внесенных в воду удобрений, при которых не ухудшается качество полива.

Условия, материалы и методы. Объект исследований – гидроподкормщик для внесения жидких растворов минеральных удобрений и органических удобрений, а также средств защиты растений с поливной водой в напорный трубопровод оросительных систем. Рабочая конструкторская документация на гидроподкормщик и его экспериментальный образец разработаны в ФГБНУ ВНИИ «Радуга» (табл. 1) [9, 10].

Агрегат-дозатор гидроподкормщика поршневого 2-х ходовой работает от давления воды напорного трубопровода. Снабжен сменными поршнями, которые имеют 2 режима работы (1-й – 0,1...1,0 МПа, 2-й – 0,05...1,0 МПа), что позволяет использовать

Таблица 1. Основные технические характеристики гидроподкормщика

Наименование	Значение
Тип	переносной
Забор воды на гидропривод	из напорного трубопровода оросительной системы
Нагнетание раствора удобрений	в напорный трубопровод оросительной системы
Давление рабочей среды гидропривода, МПа	0,05...1,00
Расход впрыска удобрений, л/ч	29...388
Вместимость бака для загрузки удобрений, л	не менее 100
Масса (агрегат-дозатора), кг	не более 20

оборудование для малообъемного орошения и широкозахватных дождевальных машин. Холостого хода поршня нет. Подача удобрений происходит непрерывно при движении поршня в обе стороны. Переносной тип гидроподкормщика позволяет установить его в любой точке оросительной сети.

Исследования проводили на орошаемых землях ЗАО «Малино» Озерского района Московской области в производственных условиях в 2017 г. Равномерность распределения слоя осадков и коэффициентов эффективного, недостаточного, избыточного полива определяли по программе и методике проведения испытаний согласно СТО АИСТ 11.1.2010. [11]. Используемые приборы – термоанемометр, дождемер, секундомер (часы), мерный цилиндр.

Коэффициенты эффективного, недостаточного и избыточного полива вычисляли по общепринятой методике: разделили число дождемеров, попадающих соответственно в интервал от 0,75h_{ср} до 1,25h_{ср}, меньших 0,75h_{ср} и больших 1,25h_{ср}, где h_{ср} – средний слой осадков, на число всех дождемеров.

Коэффициент равномерности орошения C_{ин} дождевальной машины кругового действия рассчитывали по модифицированной формуле Хеермана-Хейна:

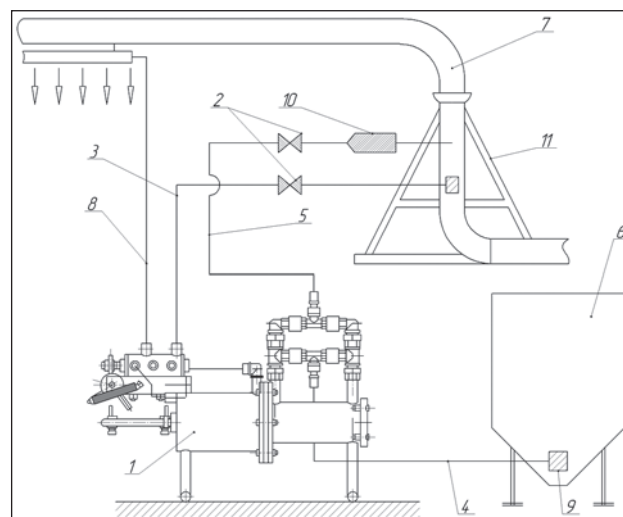


Рис. 2. Схема гидроподкормщика для внесения минеральных удобрений с поливной водой дождевальной машиной кругового действия: 1 – агрегат-дозатор; 2 – краны регулирования; 3 – напорная линия; 4 – всасывающая линия; 5 – дозирующая линия; 6 – емкость для удобрений; 7 – напорный трубопровод дождевальной машины; 8 – линия технологического слива с перфорированным трубопроводом; 9 – клапан обратный с фильтром; 10 – контрольно-измерительное устройство; 11 – неподвижная опора дождевальной машины.

Таблица 2. Расстояния от дождемеров до оси вращения, м

Ферма машины	Номер дождемера				
	1	2	3	4	5
1	14,0	23,6	33,2		
2	42,8	52,4	62	71,6	81,2
3	90,8	100,4	110	119,6	129,2
4	138,8	148,4	158	167,6	177,2
5	186,8	196,4	206	215,6	225,2
6	234,8	244,4	254	263,6	273,2
7	282,8	292,4	302	311,6	321,2
8	330,8	340,4	350	359,6	369,2
консоль	378,8	388,4	398	407,6	

$$C_{\text{ун}} = 100 \cdot \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v}_w) s_i}{\sum_{i=1}^n (v_i s_i)} \right], \quad (1)$$

где i – номер дождемера; v_i – высота слоя осадков, собранных в i -м дождемере, мм; s_i – расстояние от оси вращения до i -го дождемера, м; \bar{v}_w – средневзвешенная высота слоя осадков, мм.

Таблица 3. Распределение дождя под МДЭК «Кубань-ЛК1» и концентрация внесенных удобрений

Ферма машины	Высота слоя осадков в дождемере, мм					Средние	
	1	2	3	4	5	высота слоя осадков, мм	концентрация удобрений, %
1	16,0	21,1	27,8	–	–	21,63	0,039
2	25,0	18,8	31,5	20,4	15,1	22,16	0,040
3	19,9	24,5	21,2	19,3	15,2	20,02	0,038
4	22,5	24,0	21,8	28,6	24,1	24,20	0,040
5	18,8	24,8	13,2	20,8	14,4	18,40	0,038
6	23,3	29,5	32,0	22,0	15,2	24,40	0,040
7	13,4	14,0	19,8	24,6	19,9	18,34	0,038
8	19,2	18,8	25,5	19,0	23,7	21,24	0,041
консоль	19,7	21,4	17,9	14,8	–	18,45	0,039
Среднее под машиной						21,01	0,039

Средневзвешенную высоту слоя осадков вычисляли по формуле:

$$\bar{v}_w = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i s_i)}{\sum_{i=1}^n s_i}, \quad (2)$$

Оборудование гидроподкормщика было смонтировано на дождевальной электрифицированной машине кругового действия МДЭК «Кубань-ЛК1» (рис. 2).

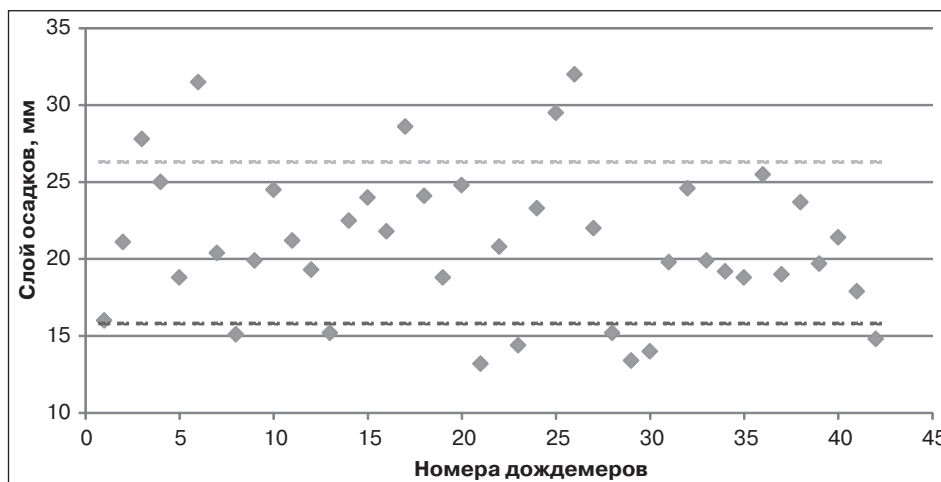


Рис. 3. График распределения слоя осадков под МДЭК «Кубань-ЛК1» (пунктиром обозначены пределы эффективного полива).

В состав гидроподкормщика входит агрегат-дозатор для отбора и ввода жидких удобрений, резервуар для жидких удобрений, соединительные трубопроводы с запорно-регулирующей арматурой, приборы контроля давления. Слив отработанной воды из распределителя гидропривода агрегата-

дозатора происходил через линию технологического слива в перфорированный трубопровод. Дозирование рабочих растворов удобрений осуществляли в напорный трубопровод дождевальной машины комплекса непрерывно на протяжении полива. В исследовании использовали жидкое азотное удобрение (смесь водных растворов аммиачной селитры и мочевины) с исходной концентрацией 27 %.

Поскольку расстояния между опорами ферм МДЭК

«Кубань-ЛК1» различаются по длине, при проведении опыта по определению равномерности распределения дождя по длине дождевальной машины под первым пролетом фермы были размещены 3 дождемера, под остальными – по 5, под консолью – 4 дождемера. Расстояния между дождемерами и осью вращения дождевальной машины составляли от 14,0 до 407,6 м (табл. 2). Давление на входе в машину было равно 0,34...0,36 МПа, расход воды – 45 л/с, скорость ветра – 0,80...1,55 м/с.

Результаты и обсуждение. Средняя поливная норма по результатам опыта составила 210 м³/га, концентрация удобрений в поливной воде – 0,038...0,041 %.

По показаниям дождемеров был построен график (рис. 3) распределения слоя осадков по длине дождевальной машины, на основании которого провели расчет коэффициентов эффективного, недостаточного и избыточного полива. В среднем они составили соответственно 0,70; 0,19; 0,11.

Коэффициент равномерности орошения $C_{\text{ун}}$, рассчитанный по формулам (1, 2) на основании данных, полученных в результате измерения высоты слоя осадков, в которых были растворены удобрения (табл. 3), оказался равным 82,45 %, что свидетельствует о достаточно высокой степени равномерности орошения [12] и о незначительном влиянии растворенных в указанной концентрации удобрений на равномер-

ность орошения. Так как при увеличении коэффициента равномерности орошения, увеличивается коэффициент эффективного полива, то можно утверждать, что удобрения, внесенные с водой в концентрации 0,038...0,041 %, не ухудшают качество полива, которое зависит только от работы самой машины.

За время работы агрегата-дозатора гидродозератора технологических и технических отказов не отмечали. Смонтированная у неподвижной опоры серийной дождевальной машины «Кубань-ЛК1» установка качественно и надежно выполняла технологический процесс. Показатели эксплуатационно-технологической оценки соответствовали требованиям технического задания на гидродозератор и техническим условиям на МДЭК «Кубань-ЛК1».

Выводы. Вносимые удобрения, растворенные в концентрации 0,038...0,041 %, не оказывают зна-

чительного влияния на коэффициент эффективного полива, качество их распределения по площади зависит только от работы самой дождевальной машины.

Установленный у неподвижной опоры серийной дождевальной машины «Кубань-ЛК1» агрегат-дозатор гидродозератора качественно и надежно выполняет технологический процесс, показатели его эксплуатационно-технологической оценки соответствовали требованиям технического задания.

Областью применения разработки могут быть все зоны орошаемого земледелия Российской Федерации, в которых эффективен полив дождеванием и требуется внесение удобрений и средств защиты растений с поливной водой для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения плодородия почв.

Литература.

1. Ольгаренко Г. В. Реализация программы импортозамещения в области производства техники полива в Российской Федерации // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 1. С. 44–47.
2. Булгаков В. И. Энергосберегающие, экологически безопасные технологии и технические средства орошения для агропромышленного комплекса России // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: материалы 68-ой международной научно-практической конференции. Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2017. Ч. 2. 431 с.
3. Effect of manifold layout and fertilizer solution concentration on fertilization and flushing times and uniformity of drip irrigation systems / P. Tang, H. Li, Z. Issaka, etc. // Agricultural Water Management. 2018. Vol. 200. Pp. 71–79.
4. Shihong Y., Ya'nan X., Junzeng X. Organic fertilizer application increases the soil respiration and net ecosystem carbon dioxide absorption of paddy fields under water-saving irrigation // Environmental science and pollution research. 2018. Vol. 25. Pp. 9958–9968.
5. Evaluation of Drip Fertigation Uniformity Affected by Injector Type, Pressure Difference and Lateral Layout / J. Fan, L. Wu, F. Zhang, etc. // Irrigation and Drainage. 2017. 66 (4). Pp. 520–529.
6. Field evaluation of fertigation uniformity in drip irrigation system with pressure differential tank / J. Fan, F. Zhang, L. Wu, etc. // Nongye Gongcheng Xuebao / Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 2016. 32(12). Pp. 96–101.
7. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: Справочник // Г. В. Ольгаренко, В. И. Городничев, А. А. Алдошкин и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 503 с.
8. Городничев В. И. О внесении удобрений с поливной водой // Природообустройство. 2008. № 4. С. 10–15.
9. Технологии и технические средства при многофункциональном использовании поливной техники / И. А. Костоварова, С. Л. Шленов, С. А. Асцатрян и др. // Техника и оборудование для села. 2017. № 8. С. 20–23.
10. Турапин С. С., Костоварова И. А. Современные задачи и перспективные пути повышения эффективности и надежности широкозахватных дождевальных машин // Экология и строительство. 2018. №3. С. 17–26. DOI: 10.24411/2413-8452-2018-10011.
11. СТО АИСТ 11.1-2010. Стандарт организации. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей. М.: 2012. 53 с.
12. Heermann D. F., Hein P. R., Performance Characteristics of Self-Propelled Center Pivot Sprinkler Irrigation System // Trans. ASAE. 1968. Vol. 11. Pp. 11–15.

Irrigation Effectiveness Improvement Using Multifunctional Watering Method

I. A. Kostovarova, S. L. Shlenov, M. P. Zamakhovsky

All-Russian Research Institute of Irrigation Systems and Agricultural Water Supply "Rainbow", pos. Raduzhnyi, 38, Kolomenskii r-n, Moskovskaya obl., 140483, Russian Federation

Abstract. The studies were carried out to determine the effectiveness of metering fertilizer injector unit, used for serial sprinkling machines. The research was carried out in the Moscow region in 2017. All the activities were performed according to the regulatory documentation. The fertilizer injector consists of a metering unit for the selection and feeding of liquid fertilizers, a reservoir for liquid fertilizers, junction lines with shut-off and control valves, and pressure control devices. The unit operates in a continuous automatic mode on the principle of displacing equal volumes of mineral fertilizers solution into a pressure irrigation pipeline. It is equipped with interchangeable pistons that can work in two modes (1st – 0.1–1.0 MPa, 2nd – 0.05–1.0 MPa). Fertilizer is fed during both forward and backward piston strokes, that is, continuously. This ensures the constant and uniform concentration of mineral fertilizers in the irrigation pipeline. Technically, the fertilizer injector can be used in combination with various irrigation machines with a flow rate from 1 to 200 L/s. It is highly automated, efficient in terms of feeding the fertilizer solution into the irrigation water flow, uniformly doses the fertilizer solution, and improves the environment. Portable fertilizer injector can be set anywhere in the irrigation network. In the research, the feeding pressure was 0.34–0.36 MPa, the flow rate was 45 L/s, the wind speed was 0.80–1.55 m/s, the irrigation rate for the length of the electrified circular sprinkler machine Kuban-LK1 was 183–244 m³/ha, the concentration of fertilizers in irrigation water was 0.038–0.041%. The average watering insufficiency ratio was 0.13, watering redundancy ratio was 0.17, and irrigation efficiency ratio was 0.70. The irrigation uniformity ratio was 82.45% that indicates that the fertilizers dissolved in the indicated concentration did not significantly affect the irrigation uniformity.

Keywords: irrigation; multifunctional watering method; fertilizer application method; fertilizer injector; rain distribution; fertilizer concentration.

Author Details: I. A. Kostovarova, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: prraduga@yandex.ru); S. L. Shlenov, senior research fellow; M. P. Zamakhovsky, Cand. Sc. (Phys.-Math.), senior research fellow.

For citation: Kostovarova I. A., Shlenov S. L., Zamakhovsky M. P. Irrigation Effectiveness Improvement Using Multifunctional Watering Method. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019. Vol. 33. No. 3. Pp. 58–61 (in Russ.). DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10315.