

**Гурьянов Дмитрий Валерьевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Агроинженерия, электроэнергетика и информационные технологии», Мичуринский государственный аграрный университет. Россия.

**Хмыров Виктор Дмитриевич**, д-р техн. наук, проф. кафедры «Технологические процессы и техноферная безопасность», Мичуринский государственный аграрный университет. Россия.

**Гурьянова Юлия Викторовна**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Садоводство», Мичуринский государственный аграрный университет. Россия.

393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101.

Тел.: 89107576887; e-mail: guryanov72@mail.ru.

**Ключевые слова:** помет птицы; аэрационный биореактор; электрическое поле; электроды; органическое удобрение.

## THE PRODUCTION METHOD OF DISINFECTION OF THE ELECTRIC FIELD AND THE PROCESSING OF MANURE INTO ORGANIC FERTILIZER

**Guryanov Dmitry Valeryevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Agroengineering, Electric Power and Information Technology", Michurinsk State Agrarian University. Russia.

**Khmyrov Viktor Dmitrievich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Processes and Technosphere Safety", Michurinsk State Agrarian University. Russia.

**Guryanova Yuliya Viktorovna**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Horticulture", Michurinsk State Agrarian University. Russia.

**Keywords:** poultry manure; aeration bioreactor; electric field; electrodes; organic fertilizer.

*The article deals with the flow method of disinfection and processing of manure into organic fertilizer by creating an electric field in the organic mass. As a result of the disinfection of the litter, this method completely destroys the microbiota, fungal colonies, pathogenic bacteria and helminths. A microscopic analysis of the qualitative composition of the microbiota was carried out. The analysis showed that the uniform distribution of air flow in the aeration mass of manure, litter manure can increase the temperature in the bioreactor and lead to intensive decomposition of organic matter. It is revealed that the presented method of disinfection and processing of chicken manure is highly effective and environmentally safe.*

DOI 10.28983/asj.y2019i4pp78-81

УДК 631.347

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

**ЖУРАВЛЕВА Лариса Анатольевна**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**СОЛОВЬЕВ Владимир Александрович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**КУЗНЕЦОВ Андрей Николаевич**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**КИРИЧЕНКО Андрей Владимирович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**ЛОНЬКИН Александр Петрович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Рассматривается влияние конструктивно-технологических параметров дождевальных машин и рельефа местности на равномерность распределения оросительной воды по полю. Приводятся характеристики разработанных и внедренных в производство ФГБОУ ВО СГАУ им. Н.И. Вавилова совместно с ООО «Мелиоративные машины» современных отечественных широкозахватных дождевальных машин «Кубань-ЛК1М» (Каскад) и «КАСКАД», а также результаты экспериментальных исследований работы машин на участках полива со сложным рельефом. Представлены данные изменения давления вдоль водопроводящего трубопровода в зависимости от уклонов местности. Получено распределение слоя дождя под пролетами машин для режимов движения 20 и 40 %. Рассмотрено влияние рельефа местности и скорости движения машины на коэффициенты эффективности полива. Представлены результаты испытаний дождевальных машин с учащенной схемой расстановки дождевателей и регуляторами давления. Намечены пути повышения равномерности полива широкозахватными дождевальными машинами на склоновых землях.

**Введение.** Многоопорные широкозахватные дождевальные машины за время своего существования претерпели значительные изменения конструкции, связанные с ходовой частью, приводом, ферменной системой, дождеобразующими устройствами. Была усовершенствована автоматическая система управления.

Однако имеется определенное отставание в разработке технологических рекомендаций по режимам эксплуатации широкозахватной дождевальной техники в зависимости от конструктивных особенностей машин, нет явной взаимосвязи того и другого.

Существенное влияние на равномерность распределения оросительной воды по полю оказыва-



ют гидравлические характеристики дождевальных машин, расположение дождевателей вдоль водопроводящего пояса машины, вид дождевателей, а также особенности рельефа местности участка.

Широкозахватные дождевальные машины кругового действия, состоящие из 10 пролетов, допускается эксплуатировать на уклонах до 0,01–0,015 [3]. Номинальный расход составляет порядка 70 л/с при давлении 0,35 МПа.

В Саратовском государственном аграрном университете имени Н.И. Вавилова совместно с ООО «Мелиоративные машины» были созданы, апробированы на полях и запущены в производство новые серии дождевальных машин «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД) и ДМ «КАСКАД» [1, 2] (рис. 1.) Основные технические характеристики дождевальных машин представлены в табл. 1.

**Методика исследований.** Полевые исследования дождевальных машин проводили в УНПК «Агроцентр», на полях УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ (с. Степное, Саратовская область, Энгельсский район), ООО «Наше дело» (Саратовская область, Марксовский район). Тип почвы – темно-каштановый суглинок.

Для агротехнической оценки была выбрана дождевальная машина «Кубань-ЛК1М» (Каскад)



Рис. 1. Электрифицированная дождевальная машина КАСКАД

Таблица 1

Показатели	Значение	
	«Кубань ЛК1М» (КАСКАД)	«КАСКАД»
Условное наименование		
Скорость движения последней тележки, м/мин	0,1–1,8	
Расстояние до нижнего пояса металлоконструкции, м	2,7	2,8–2,9
Тип водопроводящего трубопровода	Секционный, ферменной конструкции	
Диаметры водопроводящего трубопровода, мм	159	219, 203, 168, 159, 133
Диаметры труб консоли, мм	133	133, 114, 108, 89
Длины пролетов, м	48,7	48,7; 53,7; 59,5; 65,25
Диаметры стойка неподвижной опоры, мм	168, 203	168; 203; 219; 244,5; 273
Колесная база	3700	3700, 4200
Колеса самоходных тележек	Пневматические, камерные по два колеса на каждой тележке	
Мотор-редукторы	УМС	
Колесные редукторы самоходных тележек, тип	Червячные	
Расположение органов оперативного управления	Щит управления на неподвижной опоре; дистанционный пульт управления	
Норма полива за проход, м <sup>3</sup> /га	95–600	

длиной 487,3 м расходом 66,8 л/с, работающая на наиболее сложном рельефе. За нулевую отметку принимали уровень плиты центральной опоры.

Положительный средний уклон в секторе 1 равен +0,03. Максимальный +0,057. В секторе 2 отрицательный средний уклон равен –0,012. Минимальный – 0,038. В секторе 3 средний уклон 0,003. Дождеватели с диаметром сопла от 3 мм до 14 мм установлены через 3,5 м.

Установку задающего таймера производили заданием длительности импульса (И) и паузы (П), соотношение которых определяет продолжительность включения (ПВ %) электродвигателя крайней опорной тележки в течение цикла в зависимости от требуемой нормы полива [4, 5]:

$$ПВ\% = \frac{И}{И + П} 100\%. \quad (1)$$

Соотношения нормы полива и скорости движения машины представлены в табл. 2.

Распределение слоя осадков вдоль водопроводящего трубопровода в каждом секторе определяли на режимах движения 41 и 20 %.

При этом фиксировали метеоусловия (табл. 3), определяли гидравлические параметры потока в водопроводящем трубопроводе дождевальной машины и режимные характеристики (табл. 4).

Таблица 2

Соотношения нормы полива и скорости движения машины

Норма полива, м <sup>3</sup> /га	Скорость тележки, м/мин	Ход, с	Пауза, с	Ход, %	Пауза, %
50	1,378	48,7	11,3	81	19
150	0,689	24,4	35,6	41	59
250	0,344	12,2	47,8	20	80
350	0,230	8,2	51,8	14	86
450	0,172	6,1	53,9	10	90
550	0,138	4,9	55,1	8	92
650	0,115	4,1	55,9	7	93
–	–	0	60	0	100

Таблица 3

Метеоусловия при исследовании работы ДМ «Кубань-ЛК1М» (Каскад)

Сектор полива	Режим движения, %	Ветер		W <sub>отн</sub> , %	T <sub>возд</sub> , °C
		направление	скорость, м/с		
1	41	Встречный	3,5	60	27
	20	Встречный	2,5	55	26
2	41	Попутный	2,5	48	25
	20	Переменный	1,2	48	27
3	41	Переменный	до 0,6	46	29
	20	Переменный	до 0,6	45	26

Таблица 4

Гидравлические и кинематические параметры ДМ «Кубань-ЛК1М»

Сектор полива	Режим движения, %	Скорость последней тележки, м/мин	Давление по водопроводящему трубопроводу, МПа		
			начало	середина	конец
1	41	0,67	0,39	0,25	0,15
	20	0,31	0,38	0,24	0,14
2	41	0,68	0,35	0,30	0,28
	20	0,35	0,36	0,30	0,30
3	41	0,67	0,35	0,27	0,24
	20	0,32	0,35	0,27	0,24

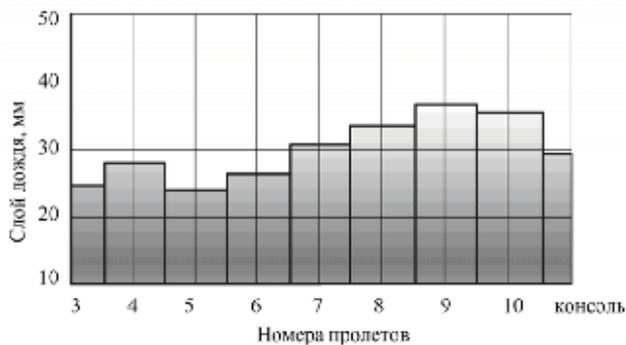




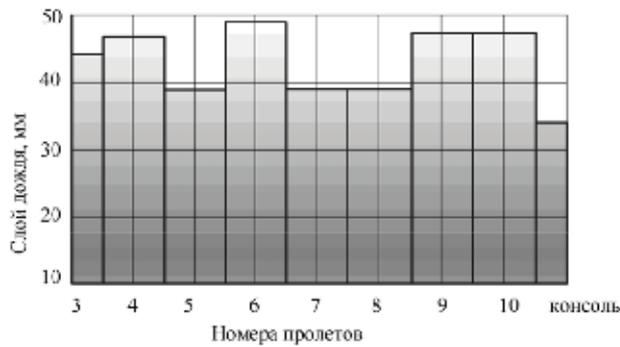
**Результаты исследований.** Как показывает анализ полученных данных, существенное влияние на распределение давления по водопроводящему трубопроводу машины оказывает рельеф местности. Минимальные значения давления 0,24...0,25 МПа отмечаются в середине водопроводящего трубопровода дождевальной машины на положительном уклоне в первом секторе. Так же, как и в конце трубопровода, минимальное давление 0,13...0,15 МПа соответствует первому сектору полива. Максимальное давление 0,30...0,31 МПа во втором секторе полива отмечается на отрицательном уклоне в середине водопроводящего трубопровода и соответственно 0,28...0,30 МПа у консоли.

Проведенные эксперименты показывают, что при минимальной скорости движения (режим 20 %) наибольший слой осадков (до 50 мм) отмечается во втором секторе с отрицательным уклоном, а наименьшие (около 25 мм) – в первом секторе полива с положительным уклоном (рис. 2).

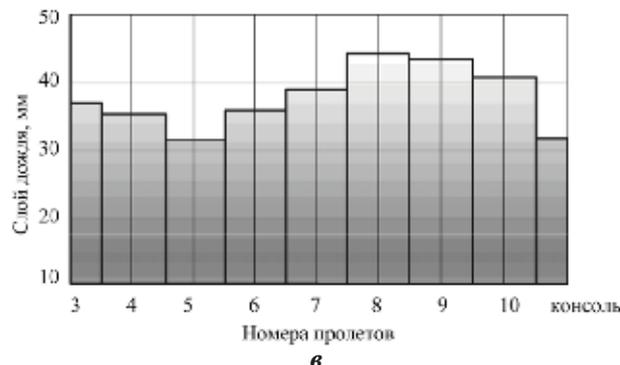
При большей скорости движения и меньших поливных нормах (режим 41 %) разброс значений определяется в меньших границах от 16,5 до 22 мм (рис. 3).



а



б



в

Рис. 2. Распределение слоя дождя под пролетами ДМ «Кубань-ЛК1М» (Каскад): а – сектор 1 – 20 %; б – сектор 2 – 20 %; в – сектор 3 – 20 %

Для определения качества полива исследовали влияние уклонов на коэффициент эффективного полива в зависимости от режима движения машины (табл. 5).

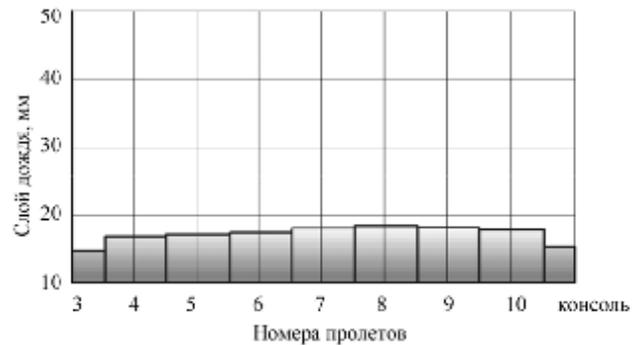
Таблица 5

Показатели качества полива круговыми ДМ «Кубань-ЛК1М»

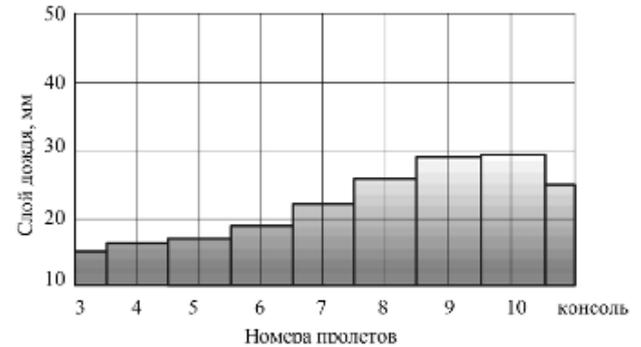
Номер сектора	Режим движения	Показатель			
		средний слой дождя, мм	$K_{эф}$	$K_{нед}$	$K_{изб}$
1	41	16,5	0,70	0,19	0,11
	20	30,0	0,73	0,15	0,12
2	41	22,0	0,66	0,19	0,15
	20	43,0	0,74	0,18	0,08
3	41	21,0	0,75	0,19	0,08
	20	37,0	0,72	0,20	0,08

Представленные данные показывают значительные колебания значений  $K_{эф}$  по всем трем секторам. Коэффициент эффективности полива  $K_{эф}$  зависит от рельефа и скорости движения машины; причем при больших положительных уклонах влияние скорости перемещения на коэффициент эффективного полива незначительно.

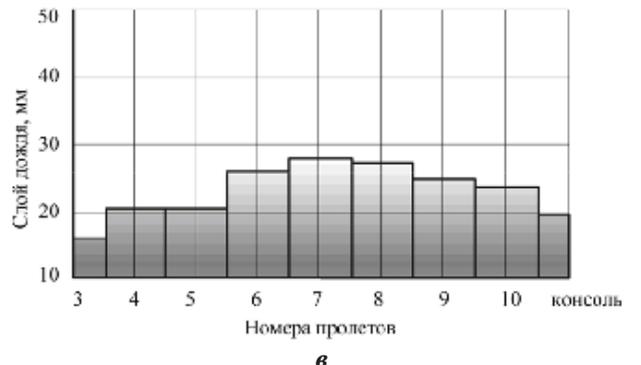
В целом можно отметить, что при работе на склоновых участках коэффициенты эффективного полива чуть меньше или соответствуют допустимым



а



б



в

Рис. 3. Распределение слоя дождя под пролетами ДМ «Кубань-ЛК1М»: а – сектор 1 – 41 %; б – сектор 2 – 41 %; в – сектор 3 – 41 %

значениям и при отсутствии регуляторов имеют приемлемую равномерность распределения дождя.

Однако следует отметить большой разброс значений слоя дождя в зависимости от значений уклонов и скорости движения машины. Чем меньше скорость движения машины (больше норма полива), тем разброс значений больше, поэтому при эксплуатации большие поливные нормы, выдаваемые за один оборот, нежелательны.

Следовательно, норма полива более 300 м<sup>3</sup>/га на уклонных участках требует установки регулирующих устройств либо применения режима выдачи поливной нормы за несколько проходов.

Для повышения равномерности полива на ДМ «КАСКАД» длиной 456,7 м, расходом 62,6 л/с, давлением 0,24 МПа и с частотой расположения дождевателей через 2,9 м устанавливали дождеватели «КАСКАД» с регуляторами давления марки Senninger. Положительный средний уклон в секторе 1 составлял 0,038. В секторе 2 отрицательный средний уклон равен -0,028. Сектор 3 был выбран со средним уклоном 0,004.

Результаты экспериментальных исследований показывают достаточно ровные значения слоя дождя и некоторое увеличение коэффициента эффективности полива (табл. 6).

Таблица 6

Показатели качества полива круговыми ДМ «КАСКАД»

Номер сектора	Режим движения	Показатель			
		слой дождя, мм	K <sub>эф</sub>	K <sub>нед</sub>	K <sub>изб</sub>
1	40	18,5	0,73	0,11	0,16
	20	32,8	0,81	0,10	0,09
2	40	22,0	0,77	0,10	0,13
	20	38,4	0,83	0,10	0,07
3	40	20,0	0,84	0,10	0,06
	20	35,0	0,86	0,07	0,07

**Заключение.** Повышение равномерности полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия на уклонных землях при подаче больших норм полива за один проход обеспечивается установкой дождевателей по учащенным схемам с регуляторами давления.

1. Журавлева Л.А., Попов А.С. «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД) – Российская дождевальная машина нового поколения // Исследование в строительстве, теплогазоснабжении: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2016. – С. 123–130.

2. Повышение эффективности системы управления электрифицированной дождевальной машины кругового действия «КАСКАД» / Ф.К. Абдразаков [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 8. – С. 51–56.

3. Руководство по эксплуатации ЭК-100.000РЭ. Машина дождевальная электрифицированная круговая «Кубань-ЛК1». Руководство по эксплуатации. Техническое описание и инструкции ЭК-100.000РЭ. СКБ ДМ «Дождь». – М., 1991. – 99 с.

4. Руководство по эксплуатации. Техническое описание и инструкции. Машина дождевальная электрифицированная круговая «Кубань-ЛК1М» (КАСКАД). – Саратов, 2016. – 121 с.

5. Руководство по эксплуатации. Техническое описание и инструкции. Машина дождевальная электрифицированная круговая КАСКАД. – Саратов, 2017. – 133 с.

**Журавлева Лариса Анатольевна**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Соловьев Владимир Александрович**, аспирант кафедры «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Кузнецов Андрей Николаевич**, аспирант, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Кириченко Андрей Владимирович**, ассистент кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Лонкин Александр Петрович**, студент, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-23.

**Ключевые слова:** орошение; дождеватель; расход; интенсивность; уклон; давление; осадки; скорость.

## THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF ELECTRIFIED SPRINKLERS OF CIRCULAR ACTIONS ON SLOPING LANDS

**Zhuravleva Larisa Anatolievna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technosphere Safety and Transport-technological Machines", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Solovyov Vladimir Alexandrovich**, Post-graduate Student of the chair "Technosphere Safety and Transport-technological Machines", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Kuznetsov Andrey Nikolayevich**, Post-graduate Student, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Kirichenko Andrey Vladimirovich**, Post-graduate Student of the chair "Technosphere Safety and Transport-technological Machines", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Lonkin Alexander Petrovich**, Student, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Keywords:** irrigation; sprinkler; flow; intensity; slope; pressure; precipitation; speed.

The article deals with the influence of structural and technological parameters of sprinklers and terrain on the uniformity of irrigation water distribution in the field. They are given characteristics of developed and introduced in manufacture in the Saratov State Vavilov Agrarian University with LLC "Meliorative machines" of the modern domestic wide-cut sprinklers "Kuban-LK1M" (Cascade) and "CASCADE", as well as the results of experimental studies of operation of machines for irrigation areas with difficult terrain. The data of pressure changes along the water pipeline depending on the terrain slopes are presented. The distribution of the rain layer under the machine spans for the modes of motion of 20 and 40% is obtained. The influence of the terrain and speed of movement of the machine on the efficiency ratio of irrigation is given. The results of tests of sprinklers with frequent placement of sprinklers and pressure regulators are presented. Ways to increase the uniformity of irrigation by sprinkler machines on slope lands are outlined.

